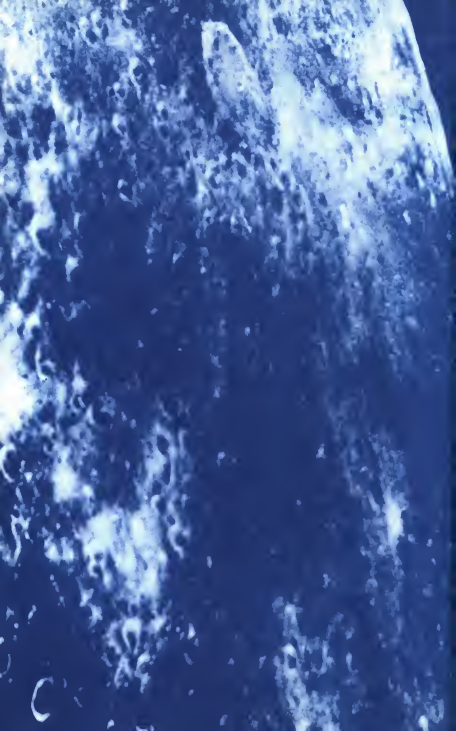
С.П.Уманский

РЕАЛЬНАЯ ФАНТАСТИКА







Поздравляем
с
Днем рождения.
Бюро ВЛКСМ ЭЭР
1985г.

С.П.Уманский

РЕАЛЬНАЯ ФАНТАСТИКА



«Всю свою жизнь я мечтал своими трудами хоть немного продвинуть человечество вперед. До революции моя мечта не могла осуществиться. Лишь Октябрь принес признание трудам самоучки, лишь Советская власть и партия Ленина оказали мне действенную помощь».

К. Э. Циолковский



«С берега Вселенной, которым стала священная земля нашей Родины, не раз уйдут в неизведанные дали советские корабли, поднимаемые мощными ракетами-носителями. И каждый их полет и возвращение будет великим праздником советского народа, всего передового человечества — победой разума и прогресса!»

С. П. Королев

С.П.Уманский

РЕАЛЬНАЯ ФАНТАСТИКА

МР
МОСКОВСКИЙ
РАБОЧИЙ
1985

39.6
У-52

Рецензенты: доктор физико-математических наук лауреат Ленинской премии *Ю. А. СУРКОВ*, доктор физико-математических наук заслуженный деятель науки *А. А. КОСМОДЕМЬЯНСКИЙ*

Уманский С. П.

У-52 Реальная фантастика / Предисл. В. В. Аксенова.—М.: Моск. рабочий, 1985.— 240 с.

В книге рассказано о современной космонавтике и ее ближайшем будущем. Особое внимание уделено роли отечественной науки, советских ученых в освоении космического пространства на благо человечества.

Предназначена для широкого круга читателей.

У $\frac{3607000000—172}{М172(03)—85}$ 154—85

ББК 39.6
6Т6

Издавна людьми владело стремление проникнуть в космическое пространство. Это стремление было продиктовано вечной жаждой знания. Знания, которое поможет человеку глубже понять окружающий мир, улучшить жизнь на Земле. Давняя мечта человечества сбылась — мы стали свидетелями начала освоения космоса. Человек получил новые знания об устройстве Вселенной.

Вырвавшись из своей «колыбели» в космические просторы, человечество почувствовало прилив новых творческих сил. Неизмеримо расширилось поле его познавательной деятельности. Люди работают в космическом пространстве, изучают природу космоса, все глубже проникают в новые его области. По мере накопления опыта космической деятельности человек будет преобразовывать и саму Землю, улучшая и украшая ее.

Развитие науки и техники сейчас идет настолько быстро, что самые оптимистические прогнозы могут оказаться устаревшими через двадцать—тридцать лет. Кто мог предсказать, что за прошедшие годы будет освоено цветное телевидение или лазеры найдут применение в народном хозяйстве? Создание промышленных баз на Луне, марсианских кораблей, космических электростанций, использующих солнечную энергию, многие склонны считать проблемами, которые предстоит решать будущим поколениям. Однако реальная действительность такова, что молодые читатели этой книги наверняка будут принимать самое непосредственное участие в их решении.

Книга эта не может быть отнесена к области фантастики, так как над большей частью поставленных в ней задач уже ведется работа в исследовательских центрах

многих стран мира. Их практическое осуществление — вопрос времени.

Все, о чем пойдет речь, в том или ином варианте станет реализовываться в будущем, в приближении которого участвует весь советский народ. Осуществляя широкую программу, изложенную в «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года», принятых XXVI съездом КПСС, мы ведем дальнейшее изучение и освоение космического пространства в интересах развития науки, техники и народного хозяйства.

В. В. АКСЕНОВ, летчик-космонавт СССР, дважды Герой Советского Союза

ОТ АВТОРА

Назначение этой книги в том, чтобы показать актуальную необходимость продолжения изучения и освоения космического пространства.

Книга содержит несколько глав. Сначала приводятся краткие сведения об окружающем нас мире, рассказывается о космических полетах, об их специфике.

Далее читатель знакомится с тем, какие блага может дать человечеству освоение космоса.

В следующих главах рассказано о пионерах ракетной техники, о первых полетах в космическое пространство, об устройстве ракет-носителей, космических кораблей и орбитальных космических станций, проблемах космической авиации.

Отдельно рассмотрены особенности Луны, которая станет базой, где будут проводиться научные исследования, добываться материалы для строительства больших космических поселений и электростанций, использующих солнечную энергию, и т. п.

Читатели ознакомятся с результатами исследований Марса и Венеры, устройством марсианских кораблей, аппаратами для изучения Венеры.

В книге рассказано и о будущих полетах к ближайшим звездам.

При работе над рукописью автор пользовался материалами, опубликованными в отечественной и зарубежной печати.

Автор чрезвычайно признателен А. А. Космодемьянскому и Ю. А. Суркову за замечания, сделанные при рецензировании рукописи, а также В. В. Аксенову, прочитавшему рукопись и написавшему предисловие к книге. Считаю своим долгом выразить благодарность Л. М. Гиндилису, Н. З. Матюку, И. А. Меркулову, Е. К. Мошкину, Ю. В. Синяку, В. Н. Сокольскому, которые просмотрели отдельные разделы рукописи и дали автору ценные советы.

ВСЕЛЕННАЯ ПОЛНА ЗАГАДОК

НЕМНОГО О СТРОЕНИИ МИРА, В КОТОРОМ МЫ ЖИВЕМ

Тысячи и тысячи лет в Солнечной системе, расположенной в одной из миллиардов галактик, на небольшой планете Земля человек одну за другой открывает тайны Вселенной. Благодаря кропотливому труду предшественников доискивается он до смысла и сути мироздания.

Современным людям нелегко представить себе то время, когда окружающий мир был ограничен для человека предметами и явлениями, связанными лишь с добыванием пищи и поисками жилья. Однако так не могло продолжаться вечно. Развиваясь, люди подходили к осмыслению законов природы.

Вполне вероятно, что первый человек, который задумался над устройством Вселенной, был одет в звериные шкуры, и жилищем ему служила пещера где-нибудь в Азии или в Африке, а единственным его орудием был каменный топор. Долгие годы лежат между этим первым философом, с суеверным страхом наблюдавшим за такими явлениями природы, как гром и молния, и человеком во всеоружии знаний, раскрывшим многие тайны природы и сделавшим первые шаги в освоении космического пространства.

С глубокой древности космос манил людей. Еще во втором тысячелетии до нашей эры вавилонские жрецы вели наблюдение за звездами, что помогло им определить продолжительность года, составить календарь. Они измерили длину лунного месяца, установили семидневную неделю, описали созвездия.

Во II веке древнегреческий ученый Клавдий Птолемей создал труд «Великое математическое построение астрономии в 13 книгах» («Альмагест»), в котором предложил геоцентрическую систему мира: в центре — неподвижная Земля, вокруг нее обращаются небесные светила, на крайней сфере расположены звезды («конец мира»). Модель Птолемея просуществовала более тысячи лет, пока не нашелся усомнившийся в ней и во все-

услышание не заявил о своем сомнении. Его звали Николаем Коперником. После тридцати лет упорнейшего труда, долгих размышлений, сложнейших математических расчетов Коперник пришел к выводу, что Земля — только одна из планет, обращающихся вокруг Солнца. Труд Коперника «Об обращениях небесных тел», в котором была изложена новая система мира, увидел свет в 1543 г. До этого он более двенадцати лет пролежал без движения. Автор опасался публиковать его, так как его теория находилась в явном противоречии с учением христианской церкви.

Ни костры, на одном из которых в 1600 г. погиб последователь Коперника Джордано Бруно, ни темницы не могли остановить движения научной мысли. В начале XVII века выдающийся астроном и математик Иоганн Кеплер открыл основные законы движения планет, окончательно утвердившие справедливость Коперниковой гелиоцентрической системы строения мира.

В 1687 г. Исаак Ньютон сформулировал закон всемирного тяготения, открыл всемогущую силу гравитации. Эта сила создает стройную гармонию движения небесных тел и удерживает все земное на Земле.

Решительным сторонником взглядов на бесконечность Вселенной и множественность обитаемых миров был М. В. Ломоносов. В 1748 г. он впервые дал общую формулировку закону сохранения вещества и движения.

Нам выпало счастье жить в прекрасное время, когда наука раскрыла прежде казавшиеся неразрешимыми тайны вещества и энергии, пространства и времени. Многие экспериментальные данные позволяют нам представить себе величественную картину эволюции Вселенной.

Звезды образуют гигантскую систему, называемую галактикой. Наша Галактика не единственная звездная система. Наблюдения и расчеты для видимой части Вселенной (Метагалактики) показывают, что число галактик огромно — более 10 миллиардов, в каждой из которых около 100 миллиардов звезд.

В настоящее время большинство астрономов придерживается той точки зрения, что звезды (и даже целые галактики) образуются в результате сгущения (конденсации) облаков газа. Часть ученых, к которой принадлежит академик В. А. Амбарцумян, пытается обосновать гипотезу, согласно которой звезды образуются не из раз-

реженного, а из сверхплотного вещества. Дальнейшее развитие науки покажет, какие из сегодняшних представлений о происхождении звезд окажутся правильными.

В астрономии не имеет смысла измерять расстояния в километрах, астрономы используют другие единицы измерений. Самой маленькой из них является одна астрономическая единица (а. е.), почти равная среднему расстоянию от Земли до Солнца — 150 млн. км.

Далее идет световой год, равный $6{,}324 \cdot 10^4$ а. е. Это расстояние, которое луч света пролетает за год ($9{,}46 \cdot 10^{12}$ км). Расстояние до ближайшей к нам звезды Проксима-Центавра из созвездия Центавра составляет 4,3 светового года.

Еще большие единицы называют парсеком (1 пк = =3,26 светового года), килопарсеком (1кпк=1 тыс. пк) и мегапарсеком (1 Мпк = 1 млн. пк).

Диаметр нашей Галактики около 30 кпк. Расстояние Солнца от центра Галактики — 8 кпк (2450 световых лет). Расстояние до ближайших к нам галактик — до Большого и Малого Магеллановых облаков — около 52 и 63 кпк. А до ближайшей к нам галактики, похожей на нашу собственную Галактику,— туманности Андромеды,— около 700 кпк (более 2 млн. световых лет).

Возраст Вселенной лежит в пределах 14—20 млрд. лет. Возраст нашей планеты около 5 миллиардов лет. Одна из теорий, пытающихся объяснить процесс возникновения Вселенной, утверждает, что в некий момент произошел взрыв чрезвычайно плотного ядра, положивший начало Вселенной. Эта теория называется взрывной.

Разные схемы строения Вселенной господствовали в науке, сменяя друг друга на протяжении веков. Но все они были схемы именно строения, но не эволюции Вселенной.

Началом современного этапа развития космологии являются работы замечательного советского ученого А. А. Фридмана, выполненные в 1922—1924 гг. На основе теории Альберта Эйнштейна он построил математические модели движения вещества во Вселенной под действием сил тяготения. Фридман доказал, что вещество Вселенной не может находиться в покое — Вселенная не может быть стационарной: она должна либо расширяться, либо сжиматься, следовательно, плотность вещества

во Вселенной должна либо увеличиваться, либо уменьшаться.

Эта идея была совершенно новой, крайне необычной. Мысль об эволюции Вселенной с трудом овладевала сознанием даже крупных ученых. В качестве примера можно привести самого А. Эйнштейна. Когда он познакомился с работой А. А. Фридмана, то посчитал ее ошибочной. Только после разъяснений Фридмана, переданных Эйнштейну, он полностью признал правильность его выводов.

Теория Фридмана доказывает различные возможности для Вселенной в зависимости от средней плотности материи (вещества и поля). Например, если плотность материи меньше, чем 10^{-29} г/см^3 (примерно 10 протонов в 1 м^3), речь может идти о расширении Вселенной, в которой галактики всегда будут удаляться друг от друга.

Но если окажется, что в галактиках и их скоплениях существуют «скрытые» массы, и если, кроме того, выяснится, что межгалактическое пространство «заполнено» межгалактическим газом, то речь пойдет о сжатии Вселенной. В таком случае галактики станут «сбегаться», пока не сольются в сравнительно небольшой шар с исключительной плотностью вещества, который в конце концов снова взорвется.

В 1965 г. было обнаружено так называемое реликтовое излучение, оставшееся, как считают ученые, после того гигантского взрыва, который и привел к возникновению Вселенной в ее нынешнем виде.

В 1929 г. астроном Эдвин Хаббл выдвинул гипотезу, согласно которой скорости разлета галактик регулярно возрастают по мере удаления от нашей Галактики. Происходит взаимное удаление всех галактик. (Эффект расширения установлен лишь для наблюдаемой части Вселенной — Метагалактики. Возможно, неверно переносить свойства Метагалактики на всю Вселенную.)

Последние годы ознаменовались открытием новых загадочных объектов — квазизвездных радиоисточников, сокращенно квазаров. Они очень мощны как источники радиоизлучений, хотя оптически тождественны весьма слабым объектам звездообразного типа. Квазары находятся у границ наблюдаемой нами части Вселенной и очень быстро от нас удаляются. Так, квазар 3С-9 отдален от нас на 10 млрд. световых лет и удаляется со скоростью 240 тыс. км/с (0,8 скорости света). Приходящий

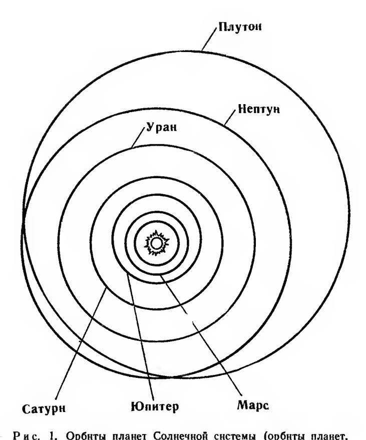


Рис. 1. Орбиты планет Солнечной системы (орбиты планет, расположенных ближе к Солнцу, чем Земля, не показаны)

от него свет покинул источник, когда Солнечная система вообще не существовала. По одной из гипотез, квазар — это гигантская сверхзвезда, ядро возникающей новой галактики.

СОЛНЦЕ — ДНЕВНАЯ ЗВЕЗДА

Солнце — рядовая звезда среди миллиардов других звезд нашей Галактики — всегда будет для людей кос-

мическим объектом номер один. Ведь оно основа жизни на Земле.

Солнечная система включает центральное светило — Солнце, девять больших планет (Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон), 33 их спутника, более 1800 малых планет, сотни комет, более 50 метеорных роев и бесчисленное множество рассеянных в межпланетном пространстве метеорных тел.

Солнечная система движется в Галактике почти по эллиптической орбите с довольно большой скоростью, достигающей в настоящее время 300 км/с. Период полного обращения Солнца вокруг центра Галактики составляет примерно 200 миллионов лет.

Бег вокруг Солнца планеты ведут в одном направлении (рис. 1). Земля в этом отношении не исключение. И вокруг своей оси она вращается в генеральном для всей Солнечной системы направлении.

Ближайшая к Солнцу планета, которая быстрее других перемещается по небосводу, получила название Меркурий — по имени посланца богов, покровителя торговли и путешественников Меркурия из древнеримской мифологии. Наиболее яркая планета, превосходящая своим блеском все светила, названа Венерой в честь богини красоты. Имя одного из почитаемых в древнем Риме богов — Марса, бога войны,— было дано планете, имеющей красновато-оранжевый цвет, напоминающий цвет пламени. Величавая и яркая планета-гигант в честь верховного бога Олимпа названа Юпитером. Тусклый, пепельно-серый цвет самой дальней из видимых невооруженным глазом планет побудил людей дать ей имя Сатурна — бога всепоглощающего времени.

Когда был изобретен телескоп и с его помощью удалось увидеть на небе еще три новые планеты, то и им дали названия из древнегреческой мифологии. Открытая в 1781 г. основоположником звездной астрономии Вильямом Гершелем планета была названа Ураном. Планету, обнаруженную в 1846 г. астрономом Иоганном Галле, назвали Нептуном. Ее положение до этого вычислили независимо друг от друга астроном Урбен Леверье и студент Джон Адамс.

Под размером Солнечной системы обычно понимают диаметр того почти кругового пути (орбиты), который описывает около Солнца самая далекая из известных

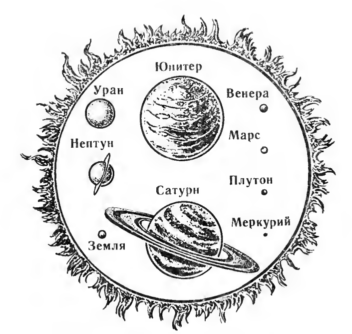


Рис. 2. Сравнительные размеры планет

планет — Плутон, названная так в честь бога подземного царства — Плутона. Этот диаметр больше диаметра орбиты Земли примерно в 40 раз. Планету обнаружил в 1930 г. астроном Клайд Томбо (рис. 2).

Семья спутников планет довольно многочисленна. Спутники все еще продолжают открывать. О последнем из них узнали совсем недавно — это третий спутник Нептуна, обнаруженный в 1981 г. Некоторые из существовавших спутников, вероятно, погибли.

В нашем довольно поспешном путешествии по Солнечной системе нужно замедлить ход, чтобы познакомиться с очень любопытным районом — между Марсом и Юпитером. Похоже, что здесь устроена «свалка», где сосредоточены все «отходы» и «обломки», не вошедшие в планетную систему. Перейдя от Марса к Юпитеру, мы перенеслись сразу минимум на 3,5 а. е. Тут находится около 50 тыс. планет размером от 1 км до 1 тыс. км и

огромное количество менее крупных тел. Весь этот небесный «мусор», обращающийся вокруг Солнца со скоростью около 19 км/с, представляет серьезную угрозу для движущихся аппаратов.

1 января 1801 г. профессор Палермского университета Д. Пиацци случайно обнаружил в созвездии Тельца неизвестную слабую звезду. Так был открыт первый астероид, названный Церерой. Темпы открытия астероидов нарастали. К 1850 г. знали уже 13 астероидов, к 1861 г.— 62, к 1900 г.— 463 астероида. В настоящее время зарегистрировано более 1800 астероидов (принято считать астероидами все тела пояса малых планет, размеры которых не менее 1 км; тела меньших размеров получили название метеороидов). Общее число астероидов — предположительно от 30 тыс. до 70 тыс. Суммарный их объем должен составить шар диаметром около 1500 км. Средняя плотность вещества астероидов различна — от 2 г/см^3 до 7—8 г/см^3.

В середине XVIII в. Иммануил Кант выдвинул гипотезу о возникновении Солнечной системы из облака диффузного вещества — холодных пылинок, находящихся в хаотическом движении. В конце того же века Пьер Лаплас подробно изложил гипотезу образования Солнца и планет из уже вращающейся газовой туманности.

Наиболее разработанной является гипотеза академика О. Ю. Шмидта о возникновении планет из газопылевой среды. Согласно этой гипотезе Земля возникла из холодной газопылевой массы, стала разогреваться за счет радиоактивных элементов, а это привело к расплавлению земных недр.

По числу атомов Солнце на 91% состоит из водорода, почти на 9% — из гелия, остальные элементы присутствуют в малых количествах. В ходе непрерывно действующих ядерных реакций водород в недрах Солнца преобразуется в гелий.

Ничто не вечно в этом мире. Любой предмет, одушевленный или неодушевленный, когда-то исчезнет. Этот закон природы применим и к Солнцу. Ядерные реакции, происходящие на нем, будут продолжаться, вероятно, еще миллиарды лет, пока не израсходуются все запасы ядерного горючего.

Большая масса Солнца, примерно в 300 тыс. раз превышающая массу Земли, определяет особое состояние

вещества в недрах Солнца. Здесь из-за исключительно высокого давления, создаваемого вышележащими слоями, плотность газа в 10 раз превышает плотность самых тяжелых веществ на Земле, а температура достигает 15 млн. K.

Масса планет Солнечной системы равна всего лишь около 0,1% массы Солнца, поэтому оно силой своего притяжения управляет движением всех составляющих Солнечной системы.

Если мы будем мысленно продвигаться от центра Солнца, то температура и плотность газов будут непрерывно падать. В конце концов мы достигнем внешней границы Солнца. Следует, однако, оговориться: на Солнце понятие «граница» весьма условно, ибо здесь мы имеем дело с газами, состояние которых плавно меняется. Весь свет и все тепло, излучаемые Солнцем в окружающее пространство, выходят из сравнительно тонкого газового слоя толщиной около 200—300 км, именуемого фотосферой. Этот слой мы и наблюдаем в виде ослепительного диска Солнца. Температура в фотосфере около 6 тыс. градусов Кельвина, и растет она вглубь, в направлении к центру Солнца.

Энергия, которую излучает Солнце, огромна — $4 \cdot 10^{23}$ кВт. Наша Земля получает около миллиардной части этого энергетического потока, и все же это несравненно больше того, что вырабатывают все энергетические системы самой Земли.

В составе лучистой энергии Солнца находится длинноволновое излучение. Это радиоволны. Их изучением занимается радиоастрономия. В спектре Солнца к радиоволнам примыкают тепловые — инфракрасные — лучи. Рядом с инфракрасными лучами — видимые лучи, затем идут еще более короткие — ультрафиолетовые — лучи с длиной волны 0,38—0,01 мкм. Замыкают солнечный спектр рентгеновские лучи и гамма-лучи (табл. 1).

Граничным длинам волн светового диапазона соответствуют частоты электромагнитных колебаний, измеряемые миллионами миллиардов герц — от $0,38 \cdot 10^{15}$ до $0,76 \cdot 10^{15}$ Гц. Кроме длины волны или частоты, электромагнитные колебания можно оценивать энергией кванта излучения: она тем больше, чем выше частота колебаний, т. е. чем короче волна. Энергия светового кванта составляет несколько электрон-вольт (эВ).

Таблица 1

Состав солнечного спектра

Вид излучения	Длина волны
Радиоволны	10 000—00075 м
Инфракрасные лучи	750—0,76 микрометра (мкм)
Видимые лучи	0,76—0,38 »
Ультрафиолетовые лучи:	
ближние	0,38—0,2 »
дальние	0,2 —0,01 »
Рентгеновские лучи	100—0,4 ангстрема (Å)
Гамма-лучи	Менее 0,4 »

Для колебаний с более высокой, чем у световых волн, частотой принято такое деление: следующие сразу за видимым светом электромагнитные волны, кванты которых имеют энергию примерно от 10 эВ до 1 кэВ,— это ультрафиолетовое излучение; волны, кванты которых имеют энергию от единиц до нескольких сотен килоэлектрон-вольт,— это рентгеновское излучение. Наконец, если кванты с энергией более сотен килоэлектрон-вольт (0,1 мегаэлектрон-вольт — МэВ), во всяком случае, больше 1 млн. эВ (1 МэВ = 1000 кэВ = 10^6 эВ), речь идет уже о гамма-излучении.

Можно с уверенностью сказать, что кванты самых коротковолновых лучей — гамма-лучей, прибывающих к нам из космоса, имеют энергию порядка 10^{12} эВ и даже более, а длинным радиоволнам космического происхождения соответствует энергия квантов менее 10^{-8} эВ.

Во всем огромном диапазоне излучений, рассказывающем о том, что происходит во Вселенной, астрономам в течение многих веков был доступен только узенький участок видимого света — оптическое окно с энергией квантов примерно от 4 до 8 эВ.

Поток солнечной энергии, падающий в течение минуты на площадку площадью 1 м², называется солнечной постоянной. За пределами атмосферы солнечная постоянная составляет около 1400 Вт/м² (1200 ккал/м² ч).

Воздушная оболочка, окружающая нашу Землю, является своеобразным фильтром, который пропускает к поверхности Земли не все лучи. Ультрафиолетовое из-

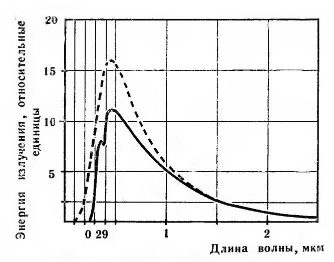


Рис. 3. Энергия солнечного излучения:
— на уровне Земли;---- в космическом пространстве

лучение с длиной волны короче 0,29 мкм и инфракрасные лучи длиннее 4 мкм до Земли не доходят (рис. 3).

Мерой ионизирующего действия излучения является поглощенная единицей массы вещества энергия излучения. Ее размерность джоуль на килограмм (Дж/кг). Эта единица получила название грей (Гр). Используется также единица рад, равная 0,01 Дж/кг (1 кг облучаемого вещества поглощает 0,01 джоуля энергии).

Для того чтобы учесть действие на человека различных излучений, принята единица — бэр. Бэр — это внесистемная единица эквивалентной дозы ионизирующего излучения, равная 0,01 Дж/кг. Доза облучения, получаемая человеком в космическом полете, регламентирована «Временными нормами радиационной безопасности» (ВНРБ-75), утвержденными Министерством здравоохранения СССР.

«Взирая на Солнце, прищурь глаза свои, и ты смело разглядишь на нем пятна»,— советует Козьма Прутков. Солнечные пятна кажутся нам черными, однако они очень горячие. Их температура около 4 тыс. К. А черными они выглядят оттого, что мы видим их рядом с еще

более горячей — на 2 тыс. К — частью Солнца. Пятно — это охлажденное солнечное вещество, так сказать, оазис на поверхности сверхжаркой солнечной пустыни. Большое пятно может растянуться на поверхности Солнца на десятки тысяч километров. Пятно живет всего несколько часов, но бывает, что оно не исчезает на протяжении нескольких недель и даже месяцев. Чем больше пятно, тем и живет дольше.

На Солнце возникают и огромные вспышки, причудливыми языками взметающиеся на высоту в сотни тысяч километров. Вспышки — это колоссальное, длящееся около часа извержение, термоядерные взрывы, возникающие благодаря разогреву солнечного вещества. Энергии таких вспышек хватило бы для того, чтобы растопить все льды Арктики и Антарктиды.

С каждой вспышкой наше светило выбрасывает в космос потоки частиц высокой энергии, ультрафиолетового и рентгеновского излучения. Излучение доходит до Земли почти мгновенно, за 8—9 мин. Потоки же частиц — эти несущиеся с огромными скоростями микроскопические пули, состоящие в основном из протонов и альфа-частиц,— достигают нашей планеты через сутки-другие.

Солнечные пятна никогда не остаются неизменными. Их количество и общая площадь периодически меняются. В годы минимума солнечной активности пятен на Солнце мало. После минимума число пятен и их площадь растут, и в среднем через четыре года наступает максимум солнечной активности. После максимума начинается ее спад, более медленный, чем подъем, и в среднем через семь лет вновь наступает год минимума. Таким образом, от максимума до максимума или от минимума до минимума проходит 11 лет.

От губительных солнечных излучений нас спасают магнитное поле Земли и толстый щит атмосферы.

КОСМИЧЕСКИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ

Запуская в космос первые спутники, ученые понимали, что стоят на пороге новых открытий. Приборы, установленные на втором спутнике Земли, запущенном в ноябре 1957 г., зарегистрировали интенсивную радиацию. Так человек столкнулся с радиационными поясами Зем-

ли. Оказалось, что в экваториальной плоскости земной шар окружен двумя сравнительно четко отделенными друг от друга поясами, представляющими собой нечто вроде гигантских бубликов, густонаселенных заряженными частицами, попавшими в магнитные ловушки.

По электрическим характеристикам атмосферу делят на два слоя: нейтросферу и ионосферу. Это деление основано на распределении в атмосфере электрически заряженных частиц газов. Нижнюю часть атмосферы, простирающуюся примерно до высоты 50—60 км, в которой преобладают нейтральные частицы, называют нейтросферой. На высотах более 60 км расположена ионосфера. В ней содержится множество свободных заряженных частиц — электронов и ионов. Они появляются под воздействием ультрафиолетовых и рентгеновских лучей Солнца, в результате чего из молекул и атомов газов выбивается один или несколько электронов. На высоте 300—400 км электронная концентрация достигает максимального значения. Что слои атмосферы изобилуют заряженными частицами, было известно и ранее. О заряженных частицах знали, но не имели представления об их упорядоченном движении.

Внутренний пояс радиации начинается на высоте 500—1500 км и простирается вверх до 10 тыс. км от поверхности Земли. Он заполнен положительно заряженными частицами — протонами. Максимальная их концентрация приходится на высоту 3 тыс. км. Внешний радиационный пояс содержит отрицательно заряженные частицы — электроны. Он расположен на расстоянии от 10 тыс. км до 50 тыс. км от поверхности Земли. Максимальная концентрация частиц приходится на высоту около 17 тыс. км. Длительные полеты на высотах, расположенных ниже радиационных поясов, безопасны в отличие от полетов в зоне поясов радиации.

Во внешнем радиационном поясе электроны внутрь кабины проникнуть не могут: их пробивная сила для этого недостаточна. Но, тормозясь в оболочке корабля, они рождают опасное тормозное рентгеновское излучение.

В этой связи представляет интерес оценка радиационной опасности потоков электронов на так называемой геостационарной орбите, высота которой над поверхностью Земли 36 тыс. км. Находящийся на такой орбите

космический объект имеет период вращения вокруг Земли, равный 24 ч, что соответствует периоду вращения нашей планеты вокруг своей оси.

Радиационная опасность в этой области значительна, поэтому возникает необходимость применения специальной защиты обитаемых отсеков.

Физические процессы в глубинах Вселенной, продолжающиеся миллиарды лет, приводят к возникновению и смерти целых планетных систем. Излучение, образующееся при сопровождающих эти явления взрывах, обладает энергией, в миллионы раз превышающей энергию солнечных вспышек — от десятков миллионов до сотен миллиардов электрон-вольт. Оно называется галактическим космическим излучением (ГКИ).

Исследования, проведенные с помощью искусственных спутников Земли, позволили установить природу этого излучения. Оказалось, что основная его часть — ядра атомов водорода. К ним примешаны в небольших количествах ядра атомов гелия. Совсем редко встречаются ядра более тяжелых элементов.

Защищаться от ГКИ весьма сложно не только из-за его огромной проникающей силы, но и потому, что при увеличении толщины защитной оболочки опасность, как это ни парадоксально, возрастает. Оказывается, что ГКИ вызывает ядерные реакции в защитной оболочке, причем чем толще эта оболочка, тем мощнее реакции. К счастью, общая интенсивность ГКИ сравнительно невелика.

На орбитах, расположенных ниже поясов радиации, доза ГКИ значительно снижается — сказывается защитное действие магнитного поля Земли, препятствующего проникновению ГКИ.

Ученые и инженеры многих стран исследуют различные варианты защиты от радиационной опасности. Разрабатываются поглощающие материалы, вокруг корабля пытаются создать электрическое поле, способное отразить или отклонить излучение, и т. п.

МЕТЕОРНЫЕ ТЕЛА

Космический корабль встречается на своем пути не только с потоками ионизирующих излучений и элементарных частиц. В космическом пространстве он может

столкнуться с не менее грозной опасностью — с телом, подобным снаряду. Каждый такой «снаряд» может оказаться роковым.

Что же за «снаряды» грозят гибелью космическому кораблю? Это метеорные тела, несущиеся в космическом пространстве со скоростью до 70 км/с. Родина их — Солнечная система, но некоторые пожаловали к нам из иных звездных миров.

Напомним, что метеорное тело — это осколок твердого космического вещества, движущийся в космическом пространстве; метеор — световое явление в земной атмосфере, наблюдаемое при проникновении в нее метеорного тела; метеорит — остаток метеорного тела, выпавший на Землю; микрометеор — частица общим диаметром менее 1 мм, а космическая пыль — окончательно раздробленное вещество, размер частиц которого в поперечнике составляет несколько микрон или даже долей микрона.

Среди метеорных тел есть громадные обломки некогда существовавших планет, ничтожно малые частички — микрометеоры диаметром меньше 1 мм — и космическая пыль. По составу метеорные тела можно разделить на каменные, железные и железно-каменные. Химический состав каменных метеорных тел напоминает состав земных горных пород. Каменные тела встречаются примерно в 10 раз чаще железных. Есть изолированные (спорадические) метеорные тела, путешествующие в гордом одиночестве, но есть и целые потоки — рои.

Двигаясь в межпланетном пространстве, метеорные тела невидимы с Земли, так как отражают слишком мало солнечного света. Около 99% всех метеорных тел движутся по эллиптическим орбитам в основном в том же направлении, в каком происходят вращение самого Солнца и обращение планет вокруг него.

После второй мировой войны были разработаны радиолокационные методы наблюдения за метеорными потоками. Благодаря этим методам были определены орбиты некоторых известных метеорных потоков, открыты новые.

В межпланетном пространстве есть метеорные потоки, неизвестные на Земле, и предсказать, когда они появятся в поле нашей видимости, не представляется возможным. Когда Земля пересекает орбиту метеорного потока, «камешки» самой разной величины влетают в ее

атмосферу. Нагреваясь от трения в воздухе, они раскаляются, дробятся и распыляются, не достигая Земли. Кинетическая энергия метеорного тела, с огромной скоростью врывающегося в атмосферу и сгорающего в ней, преобразуется в тепловую энергию. Она также преобразуется и в световую энергию, что позволяет видеть метеор — след «падающей звезды». Воздух вблизи этого следа ионизируется. Свечение в основном происходит на высотах от 130 до 50 км. Земной поверхности достигают немногие метеорные тела — самые крупные.

Метеорное тело может повредить космический корабль — вызвать пожар, разгерметизацию кабины. Столкновение с мелкими метеорными телами грозит повреждением наружной поверхности корабля, изменением оптических свойств. Чем больше площадь корабля и время его полета, тем вероятнее его встреча с метеорными телами, однако вероятность этого все же чрезвычайно мала.

Встреча с метеорным телом, способным пробить обшивку корабля, может произойти раз в течение 50—100 лет. Но нет правил без исключения. С метеорным потоком встретилась советская космическая станция «Марс-1» (1962 г.) на расстоянии более 20 млн. км от Земли. Особенно «повезло» в этом смысле американской межпланетной станции «Маринер-4». Ей довелось столкнуться с неизвестными метеорными потоками дважды. Первая встреча произошла в сентябре 1967 г. За 7 мин было зарегистрировано 17 ударов. Более серьезное испытание выпало станции примерно через три месяца. Она попала в мощный метеорный поток и находилась в нем несколько суток. На станцию обрушились сотни ударов. Под действием этой бомбардировки были нарушены ориентация станции и связь с ней.

Существует несколько теорий, объясняющих действие удара метеорного тела, двигающегося в космосе с большой скоростью. Есть установки, позволяющие проводить подобные испытания в наземных условиях. Что же показали эксперименты на таких установках?

Оболочка корабля должна быть многослойной. При ударе по первому, наружному слою метеорное тело мгновенно нагревается и распадается на более мелкие осколки. Второй оболочке уже приходится противостоять частицам, обладающим меньшей массой и скоростью.

Пробой обшивки космического корабля больших раз-

меров не приведет к немедленной разгерметизации отсеков. При образовании отверстия размером около 2 мм^2 запаса воздуха хватит на сутки, при пробоине в 6 мм^2 — на 9 ч, а при щели в 40 мм^2 — на 1,5 ч.

Любое земное путешествие не исключает опасности. Мало ли что может случиться в пути? Полеты в космос — тем более сложное предприятие. Задача состоит в том, чтобы в случае аварийной ситуации спасательные средства оказались на высоте и жизнь космонавтов была сохранена.

ВЕСОМОСТЬ, НЕВЕСОМОСТЬ, ПЕРЕГРУЗКИ

Мы знаем закон всемирного тяготения (гравитации), открытый Исааком Ньютоном, по которому тела притягиваются друг к другу с силой, пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними. Чем больше и массивнее тело, тем сильнее оно притягивает окружающие предметы.

С увеличением расстояния тела от земной поверхности сила тяжести уменьшается. На расстоянии одного земного радиуса от поверхности нашей планеты сила тяжести уменьшается в 4 раза, а на расстоянии еще трех радиусов — в 16 раз.

Луна меньше Земли, поэтому сила притяжения там меньше ($^1/_6$ земного притяжения). На самой большой планете Солнечной системы — Юпитере — сила притяжения больше, чем на Земле, в 2,5 раза.

Но стоит телу перейти определенный рубеж, как силы земного тяготения не в состоянии удерживать его — вступают в действие силы солнечного тяготения. Эта невидимая граница лежит на расстоянии примерно 940 тыс. км от Земли.

Луна находится внутри сферы земного тяготения, ведь она естественный спутник Земли. Сфера лунного тяготения во всем сходна с земной, только меньше. Радиус этой сферы — около 66 тыс. км от поверхности Луны. Сферу солнечного тяготения условно считают шаром с радиусом примерно 15 тыс. млрд. км (в центре этого шара находится Солнце).

Чтобы сообщить телу некоторую скорость, мы долж-

ны его бросить, толкнуть. Чем больше сила броска или толчка, тем больше будет скорость. Используя скорость, приобретенную при разбеге, и упругую силу мышц, спортсмен преодолевает планку, установленную на высоте более 2 м. Пуля, выпущенная из винтовки, поднимается вверх на несколько километров.

А полет космического корабля? Представим себе, что корабль этот состоит из разрозненных деталей. Если на него действуют одинаковые силы притяжения небесных тел, то скорости разных деталей будут одинаковыми. Отсюда следует, что и траектории их будут одинаковыми, что детали не разойдутся в пространстве и давление между ними будет отсутствовать, т. е. будет отсутствовать характерный признак состояния весомости. Космонавт не будет давить на кресло, в котором сидит, предмет внутри кабины (например, карандаш, выпущенный из пальцев космонавта) никуда не упадет.

Невесомость на космическом корабле возникает именно потому, что в свободном полете гравитационные силы имеют полную свободу проявления, но отсутствуют какие-либо внешние поверхностные силы — реакция опоры, или подвеса, сопротивление среды. Наличие внешних поверхностных сил — обязательное условие состояния весомости.

Из сказанного можно сделать такой вывод: космический корабль (или любое другое тело), свободно движущийся под влиянием гравитационных сил, находится в состоянии невесомости.

В состоянии невесомости пребывает несколько секунд и парашютист, выпрыгнувший из самолета, и лыжник, прыгающий с трамплина. Во всех случаях у тела, находящегося в состоянии невесомости, сила тяжести действует, но нет реакции опоры.

Для того чтобы искусственный спутник Земли вращался вокруг земного шара и не падал на поверхность планеты, необходимо, чтобы его вес на заданной высоте орбиты был равен центробежной силе.

Если бы у поверхности Земли отсутствовала атмосфера, то, сообщив некоторому телу горизонтальную скорость 7912 м/с, можно было бы получить искусственный спутник Земли, вращающийся по круговой орбите у самой ее поверхности. Эту скорость называют первой космической, или круговой, скоростью.

Если начальная скорость больше круговой, орбита спутника превратится в эллипс с фокусом в центре Земли. С увеличением начальной скорости эллиптическая орбита будет вытягиваться. При начальной скорости, равной 11,2 км/с, произойдет новое качественное изменение орбиты: замкнутая кривая-эллипс превратится в кривую-параболу. При такой начальной скорости спутник уходит от Земли и не возвращается обратно. Эту скорость называют параболической, или второй космической.

При дальнейшем увеличении начальной скорости спутник летит по гиперболической орбите. Достигнув третьей космической скорости — 16,65 км/с — он полностью освобождается от действия полей тяготения Земли и Солнца и уходит за пределы Солнечной системы.

Когда тело находится на горизонтальной плоскости, на него действуют сила тяжести и направленная в противоположную сторону реакция плоскости, в результате чего возникает давление верхних частиц на нижние. Всем нам знакомо ощущение веса. Весом называют силу, с которой тело действует на опору.

Сотни миллионов лет все живое формировалось, развивалось и приспосабливалось к миру земной тяжести. Так, без костей животные расплющились бы, как медуза, вытащенная на берег из воды. Наши мышцы приспособлены к тому, чтобы двигать тело, преодолевая притяжение Земли. И внутри тела все приспособлено к весомости.

Предположим, что состояние пассивного космического полета нарушилось включением бортового ракетного двигателя. Невесомость при этом исчезнет, так как появится внешняя поверхностная сила — сила тяги. Эта сила заставит корабль ускорить движение. Космонавт ощутит опору (у кабины появится пол), на борту корабля возникнут обычные проявления силы тяжести.

В земных условиях характеристикой силы тяжести является ускорение свободного падения тел g ($g = 9{,}81$ м/с^2). На борту космического корабля величина силы тяжести также пропорциональна возникшему ускорению. Отношение величины этого ускорения к величине ускорения свободного падения называется коэффициентом перегрузки, или просто перегрузкой. Допустим, что на космонавта действует перегрузка, коэффициент кото-

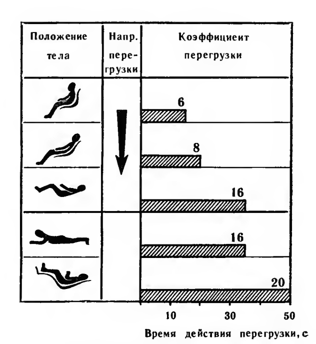


Рис. 4. Коэффициент переносимой перегрузки при определенном положении тела

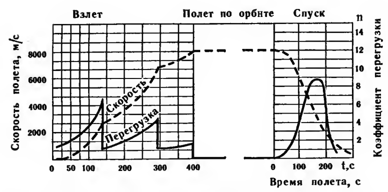


Рис. 5. Скорость и перегрузка при взлете и посадке трехступенчатой ракеты

рой равен 5. Это значит, что космонавт с массой тела 70 кг прижимается к сиденью с силой, равной 350 кг.

Перегрузку с коэффициентом 1 мы испытываем всю жизнь, так как на наше тело постоянно действует сила земного притяжения. В преодолении перегрузок человек далеко не чемпион. Даже такие нежные, хрупкие существа, как цыплята, легко переносят десятикратные перегрузки. Что же касается тараканов, то еще К. Э. Циолковский установил, что они переносят перегрузки с коэффициентом до 300.

Действие перегрузки на человека зависит от ее величины и направления. Поперечные перегрузки, действующие в направлении спина — грудь или грудь — спина, человек переносит гораздо легче, чем продольные перегрузки, действующие в направлении голова — ноги или ноги — голова (рис. 4).

Как изменяются скорость и перегрузка при взлете и посадке трехступенчатой ракеты, показано на рис. 5. После окончания работы двигателей первой ступени скорость полета ракеты достигает 3 км/с, коэффициент перегрузки равен 6. Вторая ступень разгоняет ракету до скорости 6,5 км/с при коэффициенте перегрузки уже не более 4. И наконец, третья ступень обеспечивает ракете скорость около 8 км/с при коэффициенте перегрузки 2.

Вспомним роман Жюля Верна «Из пушки на Луну». Герои великого фантаста летели на Луну в снаряде. Если бы людям и удалось построить фантастическую пушку с длиной ствола 300 м, то полет людей к Луне все равно был бы неосуществим таким образом.

Для того чтобы снаряд достиг Луны, его скорость в момент вылета из пушки должна быть 11,1 км/с. Пороховые газы должны сообщить снаряду огромное ускорение — примерно в 5 тыс. раз превышающее ускорение свободного падения. Возникающие при этом инерционные силы, а следовательно, и перегрузки, неминуемо раздавили бы космонавтов. Не только люди, но и все имеющиеся на снаряде оборудование и приборы были бы расплющены. Однако пушка как средство осуществления межпланетных полетов была отвергнута Циолковским не только по разнообразным техническим причинам: она не удовлетворяла прежде всего и медико-биологическим требованиям.

ДОРОГИ ВЕДУТ В КОСМОС...

ПРОБЛЕМА ВЕКА

Из всех тайн, когда-либо занимавших человека, пожалуй, самая волнующая — тайна будущего. Что будет завтра, через год, через пять, десять, сто лет? Вопрос этот далеко не праздный. Человек должен уметь видеть будущее, чтобы правильно строить его. Особенно важно прогнозировать будущее в наше время, в век научно-технической революции. Успехи науки и техники сделали человека много сильнее, чем раньше. Это требует большой осмотрительности: каждый шаг человечества вперед грозит обернуться бедами.

Находятся люди, готовые возложить вину за голод и нищету в современном мире на науку, в частности на медицину, успехи которой способствовали бурному росту населения Земли. Можно ли, однако, считать науку ответственной за «демографический взрыв»? Виноват ли Луи Пастер, вложивший в руки врачей эффективные средства борьбы против инфекционных болезней — прививки, или Александр Флеминг, открывший пенициллин, как и другие ученые, в «демографическом взрыве», в умножении числа голодных, обездоленных, неграмотных? Научно-техническая революция — великое завоевание человечества, но только в сочетании с социальными преобразованиями она открывает путь ко всеобщему изобилию и справедливости.

Можно сказать, что современное человечество страдает не от избытка научных знаний, а от их недостатка. Так, тысячи людей умирают преждевременной смертью от наследственных болезней потому, что еще не открыты эффективные средства их лечения.

Каждый родившийся на свет человек — это не лишний рот, а дополнительная пара рук, которые на протяжении всей своей жизни должны создавать больше, чем потребляют.

В 1980 году на земном шаре проживало 4,3 млрд. человек. К началу нашей эры население земного шара составляло примерно 250 млн. жителей. Для первого уд-

воения его численности понадобилось почти полторы тысячи лет, затем оно удвоилось в течение 300 лет, дальнейшее удвоение произошло за 100 лет, а следующее — всего за 50 лет, к 1975 г. Очередное удвоение предполагается через 30—35 лет, примерно к 2010 г.

Изучением роста численности населения занялась Организация Объединенных Наций. Была создана специальная комиссия, которая, проведя большое количество исследований, опубликовала свои выводы. По ее мнению, численность населения на Земле будет и дальше увеличиваться, но до определенного предела — 12—13 млрд. человек. Предел этот наступит примерно в 2050 г. Характерно, что 94% всего прироста населения падает на долю тех регионов, которые в настоящее время являются развивающимися, и только 6% — на долю развитых стран.

Какие же проблемы встают перед человечеством в связи с ростом численности населения? В первую очередь всех нужно накормить. В наше время более половины жителей планеты систематически недоедает. Сегодня мировой дефицит пищевого белка равен 15 млн. т в год. Согласно данным ФАО (продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций), в настоящее время более 800 млн. человек в различных регионах мира страдают от голода. А население планеты растет в последнее время на 2% в год. Стало быть, надо увеличить производство пищи процентов на 20 и затем прибавлять еще по 2% ежегодно.

Решая проблему обеспечения людей продовольствием, человечество расширяет посевные площади и увеличивает урожайность каждого гектара обрабатываемой земли. Расширять посевные площади не так уж просто. Площадь суши на Земле составляет 149 млн. км^2. Обрабатывается примерно ее 10% (1,5 млрд. га), т. е. в настоящее время по 0,34 га на человека. Около 20% суши используется под выпас скота, 30% занимают леса. Остальные 40% — не благодатная целина: приходи, поднимай, засевай. Это земли, неудобные для возделывания,— пустыни, болота, горы, мерзлые почвы. Прежде чем приходить туда с сеялками, их нужно подготовить: сухие — оросить, холодные — обогреть, влажные — осушить и т. п. По оценкам ФАО, площадь потенциально пригодной пахотной земли в мире составляет 24 млн. км^2, т. е. на 9 млн. км^2 больше, чем культивируемая площадь.

Рационально ли человечество использует те природные богатства, которыми располагает? За последние 400 лет с поверхности планеты исчезло около 550 видов птиц, млекопитающих и пресмыкающихся. В 1890 г. на лугах Германии росло 2550 видов растений, сейчас — 1445. Таковы последствия политики «природа только для нас», результаты загрязнения окружающей среды, плоды неумеренного пользования дарами природы. Человек ухитрился уничтожить 60—65% лесного покрова земной суши. В США от 170 млн. га лесов со времен Колумба осталось всего 8 млн. га. К 20-м годам нашего столетия в Великобритании свели 95% естественных лесов, во Франции, Испании, Бельгии, Италии, Греции — 80—90%. Даже такие лесные страны, как Швеция и Финляндия, сумели сохранить всего лишь половину своих лесов. В царской России обширные леса лесостепных областей (Тамбовская, Воронежская, Саратовская и др.) были сведены на нет. И теперь ничто не напоминает в ровной степи, что когда-то здесь стояли дремучие боры, разве что названия — Сосновка, Березовское, Дубовка... В городе Дубовке Волгоградской области под охрану взят уцелевший дуб-гигант — свидетель событий Смутного времени, восстаний Болотникова, Разина, Пугачева.

Где же сохранились девственные леса? В бассейне Амазонки — самом большом речном бассейне планеты — они занимают около 300 млн. га. В СССР площадь земель лесного фонда превышает 800 млн. га. Много лесов в Африке, Индии, Северной Америке. В основном за счет этих зеленых богатств и дышит современное человечество.

По данным VIII мирового лесного конгресса, состоявшегося в октябре 1978 г. в Джакарте, площадь лесов на земном шаре ежегодно сокращается на 16 млн. га.

В нашей стране работает специальная лесная охрана, насчитывающая 160 тыс. сотрудников. От пожаров и вредителей леса охраняют специальные самолеты и вертолеты.

Планомерно расходуя природные богатства, можно сберечь их для будущих поколений. Сбережению земли со всей ее флорой и фауной поможет разумное увеличение добычи продуктов питания из океанов, а прежде всего, конечно, дальнейшая интенсификация «сухопутного» сельского хозяйства, выведение более продуктивных сор-

тов пищевых растений и пород скота и птицы. На базе получения белков микробиологическими методами откроется принципиально новая возможность производства пищи несельскохозяйственным путем.

Под действием лучей Солнца в растении соединяются углекислота воздуха, вода и минеральные вещества земли. По-видимому, человек научится, взяв исходные материалы — углекислоту, воду, минеральные вещества — и используя энергию Солнца или искусственных источников света, в каких-нибудь огромных и мудреных биореакторах изготавливать для себя пищу. Недаром великий русский ученый Д. И. Менделеев писал: «Как химик я убежден в возможности получения питательных веществ из сочетания элементов воздуха, воды и Земли... на особых фабриках и заводах».

ЗЕМНЫЕ РЕСУРСЫ

Все мы знаем, что природные ресурсы, в частности полезные ископаемые, при той их добыче, которая ведется сейчас, все более исчерпываются.

Из громадного объема минерального сырья, добытого с начала XX века, преобладающее его количество приходится на период 1961—1980 гг. По объему полезных ископаемых, извлеченных из недр, он представляет собой своеобразный феномен в использовании человеком природных ресурсов. За этот период было добыто свыше 40% всего угля, извлеченного из земных недр с начала XX века, почти 55% железной руды, свыше 73% нефти, более 77% природного газа. Добытый за это двадцатилетие объем нефти — 44,5 млрд. т — почти в 2,5 раза превысил все количество нефти, извлеченное из недр земли за всю предшествующую столетнюю историю мировой нефтяной промышленности — с 1860 до 1960 г.

Рост мировой добычи минерального сырья происходит при одновременном и непрерывном усложнении условий эксплуатации месторождений полезных ископаемых. В большинстве горнопромышленных районов мира добыча угля, руды и других полезных ископаемых опустилась до 600—1000 м, а на некоторых отдельных шахтах и рудниках достигла глубин 2 и даже 3 км.

Не отрицая существования действительно очень слож-

ной проблемы обеспечения будущего развития общества природными ресурсами, вряд ли можно согласиться с пессимистическими выводами о скорой их исчерпанности.

Много ли мы знаем о том, что таится в сокровенных недрах Земли? Всего на несколько километров уходят в глубь Земли нефтяные скважины. А что глубже? Может быть, там скопились огромные запасы угля, газа, горячие водные источники? Наука ищет пути, которые позволили бы добраться до недр Земли, но пока они еще не найдены.

Мы уже упоминали о том, какую большую помощь может оказать людям океан в добывании пищи. А как обстоит в данном случае дело с полезными ископаемыми? Поверхность мирового океана занимает более 70% поверхности Земли. В морской воде содержатся огромные запасы различных веществ — хлора, натрия, магния, серы, калия, кальция и т. п.

Уже сегодня в ряде стран из морских вод добывают в промышленных масштабах жизненно важные вещества. Так, в США из воды добывается более половины магния, потребляемого в стране, а в Англии — даже 80%. Еще бо́льшие запасы полезных ископаемых скрыты под водами океана. Со дна моря уже добывают нефть, газ, серу, железо, уголь, медь и другие вещества.

Допустим, что ко всем пока еще недоступным энергетическим ресурсам земли и воды люди найдут путь. И все же может наступить время, когда человек столкнется с тем, что энергетические ресурсы Земли будут исчерпаны. И тут на помощь придут планеты Солнечной системы, располагающие значительным количеством необходимых нам веществ.

Астрономам известно сегодня более 1,5 тыс. малых планет диаметром в несколько километров. Иные почти целиком состоят из железа и никеля. 1 км^3 астероидного вещества может обеспечить Землю железом более чем на десять лет, а никелем — на несколько столетий. Подтверждением может служить изучение Сихотэ-Алиньского метеорита (1947 г.) По результатам исследований В. Г. Фесенкова, масса метеорного тела составляла приблизительно 1500—2000 т. Его химический состав оказался следующим: железо — 94%, никель — 5,4%, кобальт — 0,38% и т. д. Нужно лишь научиться пользовать-

ся богатствами космоса. К. Э. Циолковский верил в то, что люди научатся этому. Недаром в своих «Грезах о Земле и небе» он писал, что они будут управлять движением астероидов так же, «как мы управляем лошадьми».

МИР ИЩЕТ ЭНЕРГИЮ

Как известно, энергия — это способность совершать работу. Она существует в одной из форм — механической, химической, тепловой, ядерной и т. д. Девять десятых всей энергии люди получают, сжигая топливо. В котлах электростанций, автомобильных двигателях, ракетах, печах мира в 1980 г. сгорело около 10 млрд. т условного топлива (примерно $3 \cdot 10^{20}$ Дж). Примем во внимание то, что теплотворная способность 1 кг условного топлива составляет 29 620 кДж (около 7 тыс. ккал).

Бурное развитие промышленности вызывает непрерывное увеличение потребности в топливе, рост его добычи. Сто лет назад мировое потребление энергоресурсов составляло 555 млн. т условного топлива. Правда, население земного шара в то время не превышало 1,3 млрд. человек, а удельный расход топлива на человека составлял 0,4 т условного топлива. Сейчас на каждого жителя Земли приходится 2,3 т условного топлива. За сто лет население выросло примерно в 3,3 раза, а удельный расход энергоресурсов на одного человека — в 5,5 раза. 25% энергии, добываемой при сжигании топлива, преобразуется в электрическую энергию, еще 25% используется транспортными средствами, 25% идет для обогрева жилищ, остальная часть расходуется промышленностью и сельским хозяйством.

Если в начале века превалирующее значение среди энергоресурсов имели каменный и бурый уголь (57,6%), то в 1975 г. уголь занимал в мировом балансе 30,7%, нефть и газ — 66,8% вместо 3,25%, гидроэнергия, атомная энергия и другие виды энергии — 2,5%. США уже сегодня сильно зависят от доставки нефти из других стран, Западная Европа и Япония ввозят 90% жидкого топлива.

В СССР создана грандиозная электроэнергетическая

система мощностью более 260 млн. кВт. Ее продукция в 1980 г. составила 1295 млрд. кВт·ч.

Можно ли в дальнейшем рассчитывать в основном только на тепловые станции? Если мы будем полагаться лишь на них, то в 2000 г. в нашей стране пришлось бы сжечь 400 млн. т угля. Для перевозки такого огромного количества топлива нужны 150 тыс. железнодорожных составов, т. е. значительная часть железнодорожной сети была бы занята перевозкой топлива.

Известно, что тепловые электростанции выбрасывают в атмосферу такие вредные вещества, как сернистый газ, окислы азота, окись углерода и т. п. Станции, работающие на угле, выбрасывают сернистого газа почти в 2 раза больше, чем работающие на нефти, и в 100 раз больше, чем работающие на газе (конечно, при одинаковой мощности). В то же время сернистый газ относится к одному из самых вредных загрязнений атмосферы. Он может вызывать заболевания дыхательных путей, коррозию материалов и т. п.

Кроме токсичных газов работающие на угле электростанции выбрасывают в воздух твердые отходы главным образом в виде мельчайших частичек пыли. Эта мелкодисперсная пыль сегодня считается вторым по опасности после сернистого газа агентом загрязнения воздуха. Всего тепловые электростанции дают около $^1/_6$ всех пылевых загрязнений, создаваемых в результате деятельности человека.

Сохранилось датированное 1316 г. послание английского парламента королю: «Если Его величество дорожит прелестью своих садов, белизной лица и красивостью белья и если не хочет, чтобы его верноподданные задохнулись или закоптели, подобно дурной ветчине, то парламент убедительнейше просит совершенно запретить употребление этого горючего материала, называемого каменным углем».

Использовать уголь в качестве основного источника энергии неразумно не только из-за ограниченности его запасов, но и по соображениям экологического характера. Возможно, более эффективным применение угля может оказаться для получения синтетической нефти, метанола и других продуктов.

Уголь, нефть, газ — это так называемые невозобновляемые природные ресурсы. К возобновляемым же видам

энергии относятся такие, как гидроэнергия, энергия ветра, солнечная радиация, энергия морских и океанских волн, тепла недр Земли. Человечество имеет опыт использования практически всех возобновляемых источников энергии, однако их применение в текущем столетии сдерживалось использованием дешевых органических топлив. В настоящее время из перечисленных источников энергии наибольшее значение имеет гидроэнергия. Примерная оценка мирового потенциала некоторых возобновляемых видов энергии дана в табл. 2.

Таблица 2

Оценка мирового потенциала некоторых возобновляемых природных ресурсов (видов энергии)

Вид энергии	Технический потенциал, млрд. т условного топлива
Солнечная энергия (наземные станции)	3—5
Энергия ветра	3
Гидроэнергия	2,9
Энергия волн	1
Геотермальное тепло	0,1

АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

В 1891 г. студент Эрнест Резерфорд сделал в студенческом научном обществе доклад «Об эволюции материи». Он утверждал, что все атомы состоят из одних и тех же частей. Доклад был выслушан с недоверием. Резерфорду пришлось попросить у собравшихся извинения за дерзость высказанной идеи. Лишь через несколько лет ученый неопровержимо и убедительно доказал ее в блестящем эксперименте.

Перенесемся в Италию 1935 г. Под низкими каменными сводами старинного здания Римского университета даже в это жаркое солнечное утро царила приятная прохлада. Однако всемирно известный ученый Энрико Ферми и его сотрудники признавались потом, что их бросало то в жар, то в холод. Группа Ферми сумела совер-

шить невероятное — расщепила атомное ядро с помощью нейтрона. Ядро не просто распадалось, а распадалось с выделением гигантской энергии.

Впервые перед человечеством забрезжили захватывающие дух перспективы добычи, а затем и использования самой мощной в природе энергии. Ведь всего 1 г урана может высвободить энергию, эквивалентную полученной при сгорании 2 тыс. кг нефти или 2,5 тыс. кг каменного угля.

Когда в 1918 г. Резерфорд осуществил первую ядерную реакцию, в России были голод, разруха. Но уже тогда, в разгар гражданской войны, В. И. Ленин поставил вопрос о широком привлечении ученых к восстановлению и развитию народного хозяйства страны. Многие ученые России стали на сторону революции, занялись организацией новых институтов. Среди них был и А. Ф. Иоффе, возглавивший Петроградский физико-технический институт.

В 1932 г. в институте был организован отдел изучения атомного ядра, который возглавил И. В. Курчатов. К концу 1939 — началу 1940 г. были уточнены особенности деления урана быстрыми и предварительно замедленными (тепловыми) нейтронами. В дальнейшем Г. Н. Флеров и К. А. Петржак открыли явление самопроизвольного деления урана. И. В. Курчатов, Ю. Б. Харитон и Я. Б. Зельдович в деталях разрабатывали идею практического осуществления цепной реакции. К концу 1940 г. ими был предложен проект ядерного реактора.

22 июня 1941 г. фашистская Германия напала на Советский Союз. Ядерные лаборатории нашей страны прекратили работу. Лишь в конце 1942 г., когда стало известно о секретных исследованиях по «сверхоружию» в фашистской Германии и об аналогичных работах в США, Курчатову было поручено возглавить новую лабораторию, ныне Институт атомной энергетики. Начался период детального развития этой отрасли науки. Первая советская атомная электростанция была пущена в 1954 г. в Обнинске.

Каковы особенности атомной энергетики?

Из добытого урана на производство энергии идет всего лишь 0,7%. Такую долю в руде составляет уран-235. Остаток состоит из урана-238, который в обычных реакторах использовать нельзя, но который может служить

сырьем для производства плутония-239 — горючего куда более активиого, чем уран-235.

На этой основе возникла идея реакторов-размножителей. Их заряжают плутонием-239, а оболочку делают из урана-238. В плутонии идет цепная реакция. Нейтроны, вылетающие из реактора, бомбардируют оболочку, и постепенно уран-238 превращается в плутоиий-239. Реактор сам себя снабжает топливом, «размножая» его. «Размиожеиие» позволяет использовать до 70% горючего, т. е. увеличить к. п. д. устройства в 100 раз. При таком к. п. д. становится выгодным разрабатывать самые бедные урановые месторождения и добывать уран из морской воды.

Как быть с радиоактивиыми отходами? Уничтожить их невозможно. Обычио их концентрируют, сплющивают, заливают бетоном, стеклом, помещают в свинцовые контейнеры и опускают в глубь выработанных шахт или топят иа большой глубине в океане.

Еще в 30-х годах, когда была открыта реакция распада атомного ядра, обнаружили и ее противоположность — реакцию слияния (синтеза): два ядра соединяются, в момент их слияния выделяется энергия. Реакция синтеза ядер может стать основой эиергетики будущего. Правда, от «может стать» до «стала» — дистанция огромного размера. Нужно «всего лишь» разогреть исходный заряд до 45—400 млн. К, подождать, пока давление достигет иужной огромной величиины, а затем... Затем попробовать удержать иеминуемый взрыв, «растянуть» его, заставить отдавать энергию не мгновенно, а постепенно.

Но как создать неслыхаиную температуру? Как изолировать плазму — раскалеиную вихревую мешанину из электронов, ядер и их осколков — от стенок сосуда? Как удержать ее в повиновении? До сих пор ни иа один из этих вопросов не найдено окончательного ответа.

Зарядом для термоядериых устаиовок служит водород (точнее, изотопы дейтерий и тритий). Из нескольких возможных комбинаций внимание ученых привлекли две реакции с их участием: дейтерий + дейтерий = гелий-3, дейтерий + тритий = гелий-4.

Температура, при которой происходят эти реакции, называют температурой зажигания, или критической температурой. Для реакции дейтерий + дейтерий температура зажигаиия составляет около 400 млн. К, а для ре-

акции дейтерий + тритий — примерно 45 млн. К. Вторая реакция дает больший выход энергии и совершается при меньшей температуре, чем первая, поэтому исследователи отдают ей предпочтение, хотя на Земле в естественном виде трития нет, его можно получить только искусственным путем. Заметим, что в 1 т морской воды содержится примерно 30 г дейтериевой воды.

Одно из принципиальных отличий термоядерного реактора от реактора деления состоит в значительно меньшем гамма-излучении на единицу вырабатываемой мощности. Проблема радиационной защиты для термоядерных реакторов представляется более легкой. Да и сам термоядерный реактор может быть значительно компактнее. При сжигании водорода в кислороде каждый грамм сгорающих веществ выделяет 4,4 Вт·ч, при распаде атомов урановых элементов — примерно 22 млн. Вт·ч. При синтезе же гелия из водорода или из его разновидности дейтерия эта цифра превышает 100 млн. Вт·ч.

Осуществление управляемой термоядерной реакции — грандиозная задача науки. Безусловно, человечество решит ее. Об этом с уверенностью говорил президент Академии наук СССР А. П. Александров на XXVI съезде КПСС.

Существует ли предел, дальше которого увеличивать производство энергии нельзя? Да, существует. Он связан с опасностью перегрева поверхности Земли и атмосферы. До середины XX века колебания климата сравнительно мало зависели от хозяйственной деятельности человека. В последнее время положение изменилось. В результате сжигания различного топлива неуклонно увеличивается концентрация углекислого газа в атмосфере, что приводит к возникновению так называемого парникового эффекта — к повышению температуры воздуха у земной поверхности.

Если концентрация углекислого газа в атмосфере удвоится, то это, как считают ученые, приведет к увеличению средней температуры земной поверхности на 2—3°С. Потепление было бы особенно заметно в полярных районах — летом весь Северный Ледовитый океан освобождался бы ото льдов. Существенное потепление, кроме того, привело бы к тому, что сократились бы ледники Антарктиды и Гренландии, поднялся уровень океана, под водой оказались плодородные прибрежные районы. Та-

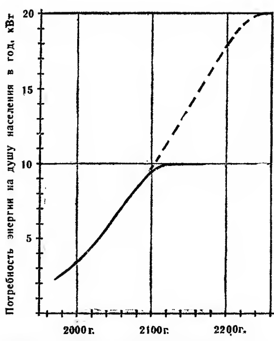


Рис. 6. Прогноз роста энергетической мощности на душу населения в мире

ким образом, дальнейшее развитие энергетики, основанной на использовании органического топлива, может привести к катастрофическим последствиям.

Но как оценить масштабы мировой потребности в энергии на протяжении ближайших столетий?

Используем подход, основанный на предположении, что уровень потребления энергии на душу населения и численность населения на Земле в конечном счете придут к стационарному состоянию.

В долгосрочных прогнозах мирового потребления энергии рассмотрим два варианта. В одном из них стабилизация потребностей в энергии на душу населения происходит на уровне 20 кВт в год на человека, в другом — 10 кВт в год на человека (рис. 6).

Цифра 20 кВт представляет собой сумму двух слагаемых. Первое слагаемое равно 10 кВт. Это наивысший

уровень потребления энергии на душу иаселения, достигнутый сегодня в развитых странах. Второе слагаемое введено, чтобы учесть поправки на будущее, когда численность иаселения значительно возрастет. Поскольку ресурсы Земли ограничены, для сохраиения высокого уровня жизни потребуется дополнительная энергия, чтобы повторио использовать ресурсы, опресиять воду и т. п. Суммарное численное значение поправки оценено в 10 кВт. По-видимому, величина 20 кВт в год иа человека является наивысшей для уровня стабилизации удельного потребления энергии.

Надо иметь в виду следующее обстоятельство. Сегодня к. п. д. использования энергоресурсов существеино меньше технически достижимого. Поэтому, повысив к. п. д. преобразования первичной энергии во вторичную (механическую, электрическую), увеличив к. п. д. потребления вторичной энергии и, конечно, экономя энергию, можно обеспечить растущую потребиость в энергии, оставляя уровень производства первичной энергии неизменным. Поэтому можно рассматривать как минимальный вариант стабилизацию удельного потребления энергии на урове 10 кВт в год на человека.

Земля получает от Солнца непрерывно 10^{17} Вт энергии, что эквивалентно теплу, получаемому при сжигании 100 триллионов тонн условного топлива. Это количество тепла обеспечивает существующий тепловой режим планеты, жизненные процессы иа Земле.

По данным иауки, предел производства энергии на Земле не должен превышать 10^{14} Вт.(10^{11} тонн условиого топлива). Мировое производство эиергии в 1980 г. составило 10 млрд. т условного топлива, т. е. примерно 0,01% энергии, которую Земля получает от Солнца. Если к середине следующего века человечество будет потреблять на душу иаселеиия столько эиергии, сколько ее сегодня расходуется в развитых страиах (10 т условиого топлива в год на человека), то величина потребляемой энергии возрастет до 134 млрд. т условного топлива, а это уже намного превышает пороговую величину, за которой начинаются иеобратимые воздействия иа климат плаиеты.

Один из радикальных путей преодолеиия энергетического голода на Земле — перенос значительной части энергоемких предприятий в околоземное космическое пространство.

КОСМИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

В своей работе «Жизнь в межзвездной среде», законченной в 1920 г., К. Э. Циолковский заявлял: «Электрический ток можно получить в эфире теми же разнообразными способами, как и на Земле, непосредственно с помощью солнечной теплоты, при посредстве термоэлектрических батарей. Последнее будет неэкономично, хотя со временем, может быть, найдут такие вещества для термоэлектрических батарей, которые почти всю теплоту Солнца будут превращать в электричество».

Сбор лучистой энергии Солнца в космосе, преобразование ее в электрическую и передача на Землю для использования в народном хозяйстве имеют принципиальные преимущества по сравнению с улавливанием солнечной энергии наземными установками.

Представьте себе космическую электростанцию на расстоянии 36 тыс. км от Земли. Период обращения станции вокруг Земли равен 24 ч. Станция будет вращаться синхронно с планетой. При определенном наклоне орбиты более 99% времени станция будет освещена солнечными лучами.

Каждый квадратный метр фотоэлектрических преобразователей (генераторов) получит от Солнца около 1,4 кВт. Даже если лишь 15% этой энергии удастся преобразовать в электрическую, то солнечная космическая электростанция с двумя «крыльями», площадью 6×4 км каждое, сможет вырабатывать 10 млн. кВт электроэнергии.

Полупроводниковые фотоэлектрические преобразователи могут быть выполнены в виде больших панелей, собранных из отдельных секций. На поверхность панелей наклеивается тонкая пленка специального вещества, например кремния. Если на него направить солнечные лучи, возникает электрический ток.

Огромные панели должны быть достаточно жесткими, чтобы противостоять нагрузкам, возникающим в процессе сборки и эксплуатации. При суммарной площади 48 км^2 масса панелей составит примерно 33 600 т, а масса 1 м^2 — 0,7 кг. Масса всего сооружения, включая панели солнечных батарей, составит не менее 50 тыс. т.

Проблема солнечных космических электростанций превратилась в одну из наиболее обсуждаемых на меж-

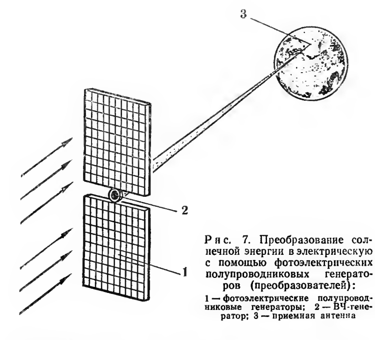


Рис. 7. Преобразование солнечной энергии в электрическую с помощью фотоэлектрических полупроводниковых генераторов (преобразователей):
1 — фотоэлектрические полупроводниковые генераторы; 2 — ВЧ-генератор; 3 — приемная антенна

дународных и национальных конгрессах и симпозиумах по космонавтике.

XXVI съезд КПСС поставил перед советским народом задачу, с одной стороны, сосредоточить усилия на дальнейшем изучении и освоении космического пространства в интересах развития науки и народного хозяйства, а с другой — увеличить масштабы использования в народном хозяйстве возобновляемых источников энергии. Решение этих проблем, несомненно, приблизит время «солнечной эры» энергетики.

Использование фотоэлектрического способа непосредственного преобразования лучистой энергии Солнца в электрическую на основе полупроводниковых солнечных преобразователей, обладающих к. п. д. в диапазоне 10—20% (рис. 7), приводит к необходимости создания больших антенн.

Турбомашинный или, как его иначе называют, термодинамический способ преобразования солнечной энергии в электрическую с помощью системы солнечная

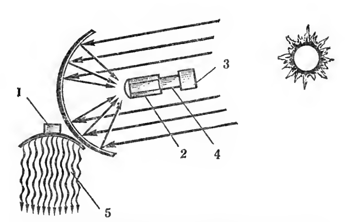


Рис. 8. Турбомашинный способ преобразования солнечной энергии в электрическую:
1 — ВЧ-генератор; 2 — солнечная печь; 3 — генератор; 4 — турбина; 5 — ВЧ-излучение

печь — турбина — генератор характеризуется предварительным преобразованием лучистой энергии в тепловую. Габариты солнечной космической электростанции с турбомашинным способом преобразования (рис. 8) оказываются умеренными, однако использование металлоемких систем — турбины, радиаторов, электрогенератора — приводит к возрастанию массы электростанции.

Предположим, что солнечные космические станции производят 15 млрд. кВт электроэнергии. На стационарной орбите в таком случае работают 1500 станций, мощностью по 10 млн. кВт каждая. Допустим, что доставка отдельных секций станции на промежуточную орбиту осуществляется с помощью ракет с жидкостными реактивными двигателями. На промежуточной орбите секции будут собираться, а отсюда транспортироваться на стационарную орбиту специальными буксировщиками. Пройдет некоторое время, и появятся транспортные средства, способные выводить на орбиту грузы массой до 500 т.

Для укомплектования одной солнечной космической электростанции необходимо будет осуществить 100 запусков ракет, израсходовав для этого около 1 млн. т топлива.

Положим, программа рассчитана на 75 лет. Тогда ежегодно надо будет выводить на орбиту 20 станций, совершив для этого 2 тыс. запусков. Что же касается топлива, то оно выразится числом примерно 20 млн. т (1,5 млрд. т на программу). Так что строительство солнечных космических электростанций дело нелегкое.

Один из возможных путей преодоления трудностей — использование для строительства этих электростанций материалов Луны и астероидов. Космическая электростанция на 90% может быть изготовлена из лунных и других внеземных пород. В этом случае отпадает необходимость в выведении с Земли больших грузов.

В космическом пространстве должны быть созданы эффективные системы добычи, переработки и транспортировки сырья, производственные и сборочные комплексы, что потребует, в свою очередь, создания орбитальных станций, на которых будут трудиться представители самых разных профессий.

А как передавать электроэнергию, добытую в космосе, на Землю? Есть два способа беспроводной передачи больших мощностей на дальние расстояния — посредством лазерного луча и посредством высокочастотного излучения. Наиболее реален, пожалуй, второй способ. На Земле монтируется чаша приемной антенны, которая примет ВЧ-излучение, преобразует его в постоянный или переменный ток и передаст потребителю.

По-видимому, как уже было сказано, сборку станции целесообразно производить на околоземной орбите. Смонтированную станцию нужно перевести на стационарную орбиту. Включатся двигатели буксировщиков, и станция начнет медленный космический рейс к постоянному месту жительства.

Есть принципиально иной способ решения проблемы создания космических энергетических систем. Идея в том, чтобы располагать солнечные космические электростанции не у Земли, а в областях, приближенных к Солнцу на расстояние орбиты Меркурия и даже ближе. Если у Земли солнечная постоянная равна 1,4 кВт/м^2, то на расстоянии 0,1 астрономической единицы от Солнца она составляет 140 кВт/м^2. Это означает, что при выведении станции на круговую околосолнечную орбиту радиусом около 15 млн. км солнечных батарей потребуется в 100 раз меньше, чем для станции, расположенной на геостационарной орбите.

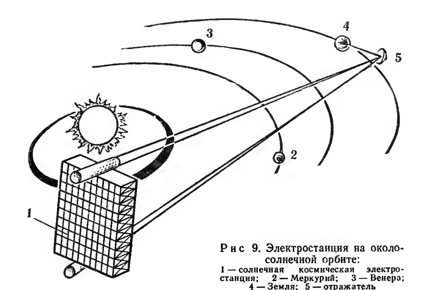


Рис 9. Электростанция на околосолнечной орбите:
1 — солнечная космическая электростанция; 2 — Меркурий; 3 — Венера; 4 — Земля; 5 — отражатель

Успехи в разработке сверхмощных квантовых генераторов непрерывного действия позволяют рассчитывать на создание систем, обеспечивающих передачу и прием энергии на астрономических расстояниях. Трудности возникнут при организации ремонта и обслуживания удаленной от Земли электростанции, однако выгоды, которые при этом могут быть получены, весьма существенны (рис. 9).

Интересна идея вынесения приемных устройств с поверхности Земли в стратосферу, что позволит осуществлять эффективную передачу энергии в миллиметровом и субмиллиметровом диапазоне волн. При этом резко сократятся размеры передающих и приемных антенн, существенно снизятся затраты на создание систем приема и передачи энергии. Подъем приемной антенны предполагается осуществить с помощью аэростатических аппаратов (дирижаблей), управляемых автоматически.

Итак, принципиальная схема космической электростанции ясна. Можно было бы приступить к ее конструктивной разработке уже сегодня. Однако электроэнергия гипотетической современной солнечной космической электростанции стоила бы в 200 раз дороже электроэнергии, получаемой от тепловых и атомных электростанций. И все же вывод относительно экономической нецелесооб-

разности космической электростанции был бы преждевременным — прогресс науки и техники может резко изменить размеры капиталовложений. За последние годы масса и стоимость солнечных батарей снизились во много раз. А именно стоимость самих батарей и их подъема на орбиту составляет львиную долю всей стоимости станции. Процесс удешевления продолжается.

Таким образом, создание солнечных космических электростанций представляет собой вполне реальную задачу. Задача эта большого масштаба. Решение ее может быть осуществлено на основе дальнейшего прогресса науки и техники в рамках международного сотрудничества. Энергетическая проблема ставит человечество перед необходимостью объединения мирных усилий всех народов планеты.

Человек всегда пользовался солнечным светом — прямым и отраженным. Однако вариации света, как дневного, так и ночного, остаются неподвластными человеку. Сегодня космическая техника подвела человечество к порогу, за которым видится возможность установки в космосе приспособлений для отражения солнечного света и освещения на Земле больших поверхностей в ночное время. При этом освещенность предположительно может произвольно меняться — быть эквивалентной свету одной полной Луны или же Солнца.

НА ПОВСЕДНЕВНОЙ СЛУЖБЕ У НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

«Основной мотив моей жизни,— писал К. Э. Циолковский,— не прожить даром жизнь, продвинуть человечество хоть немного вперед. Вот почему я интересовался тем, что не давало мне ни хлеба, ни силы, но я надеюсь, что мои работы, может быть, скоро, а может быть, и в отдаленном будущем — дадут обществу горы хлеба и бездну могущества».

Случайно ли человек вышел в космос? Вступление человечества в космическую эру было подготовлено всей предшествующей историей. Это закономерный процесс развития общества на определенном этапе.

Развитие космических исследований — это колоссальное накопление знаний, которые увеличивают экономиче-

ское могущество человека. Новые задачи, встающие перед космонавтикой, вызывают к жизни новые космические средства, создав которые человечество получает новые возможности для решения еще более сложных проблем.

Народное хозяйство получает от искусственных спутников Земли очень много полезной информации. Прежде всего это сведения о климатических и погодных условиях, что так необходимо для развития, скажем, земледелия и животноводства. Не составляют больших трудностей наблюдения за снежным покровом, вскрытием рек, паводками, подготовкой полей к севу, всходами посевных культур, их цветением и созреванием, движением косяков рыб, миграцией животных и т. п.

Большие выгоды дает сбор полезной информации о лесах. Существенную роль играют спутники в экономической оценке лесных ресурсов. Сопоставление фотографий, сделанных в разное время из космоса, дает возможность изучать процессы восстановления лесов, прогнозировать запасы разных видов древесных пород, определять рациональные сроки вырубки леса.

Особая роль принадлежит космическим средствам в охране лесов от пожаров, которые в засушливые годы становятся поистине бедствием. Главный враг леса обнаруживает себя дымными шлейфами над Африкой и Канадой, над Южной Америкой, тайгой Советского Союза. Регулярный космический дозор в данном случае незаменим. Ведь он дает возможность не только вовремя заметить огонь, но и следить за развитием пожара, выбирать правильные способы подавления огня.

С каждым годом все новые кладовые Земли открывают геологи. Нефть и природный газ, железная руда и марганец, алюминий и олово, золото и алмазы, уран и каменный уголь — далеко не полный перечень тех материалов, без которых невозможно развитие промышленности. И в их выявлении на помощь опять приходит космонавтика.

Писатели-фантасты в преддверии 50-х годов предсказывали, что весь земной шар будет охвачен радио- и телевизионной связью, которая станет своеобразной нервной системой нашей планеты. Спустя 20 лет один из них заметил: «В то время эти прогнозы казались большинству читателей неоправданно оптимистическими, теперь же они, наоборот, свидетельствуют о моем врожденном

консерватизме». По словам писателя, ему даже ие грезилось, что первые экспериментальные спутники связи выйдут иа орбиту так скоро. Между тем они вышли на орбиту и произвели подлинный переворот в связи.

Радиоволны, которые являются идеальным переносчиком информации, распространяются в основном прямолинейно, так же, как и свет. Наличие вокруг нашей планеты отражающего радиоволны слоя — ионосферы — сделало возможной дальнюю радиосвязь. Это невидимое зеркало отражает на Землю радиоволны широковещательного и коротковолнового диапазонов, но совсем не отражает ультракороткие радиоволны. Такие волны пронзают ионосферу и уходят в космическое пространство. В наземной связи они используются лишь на небольшие расстояния. Для связи же с другими планетами и космическими кораблями и аппаратами оии, наоборот, особенно удобны и хороши.

По техническим причинам для телевизиоииого вещания необходимы именно очень короткие волны. Чтобы обслужить достаточно большую территорию, потребовалось бы построить огромную сеть телевизионных станций, кабельиых и радиорелейных линий. Кстати, вначале телевизионное вещание так и развивалось. Использоваиие космической техники в системах связи существенно повысило эффективность последней, позволило связать между собой все уголки земного шара.

Большими достоинствами обладает космическая система связи со спутниками иа стационариой орбите высотой около 36 тыс. км. Одии стациоиарный спутник может обеспечить круглосуточную связь между пунктами, отдаленными друг от друга на расстояние около 17 тыс. км.

Есть спутники другого типа, обращающиеся вокруг Земли на высоких эллиптических орбитах с апогеем 40 тыс. км и перигеем 500 км. Четыре таких спутника способны обеспечить круглосуточиую связь иа всей территории нашей страны, включая и поляриые области.

Первый такой спутник — «Молния-1» — был выведен в космос в апреле 1965 г. В том же году жители Владивостока впервые смотрели первомайскую демоистрацию иа Красной площади одиовременно с москвичами.

Люди путешествуют с незапамятных времеи. И во все времена случались аварии, требовалось иайти попавших

в беду, помочь им, спасти. Характер помощи, ее технические средства, естественно, соответствовали уровню каждой эпохи. Сейчас помощь терпящим бедствие стала приходить из космоса. Используя современную космическую технику, удалось создать надежную систему обнаружения места бедствия на море и на суше.

Ежедневно в море находится около 25 тыс. судов, около 15 тыс. бурильных и нефтедобывающих платформ, не считая сотен тысяч мелких судов. Следить за их благополучным плаванием, их работой помогает КОСПАС — САРСАТ (Космическая система поиска аварийных судов и самолетов — Поиск и спасение с помощью спутников). Четыре страны: СССР, США, Франция и Канада — совместно используют спутники для определения мест, где терпят аварию морские суда и самолеты.

В июне 1982 г. был запущен советский спутник «Космос-1383», на котором впервые установили аппаратуру для определения координат морских судов и самолетов, терпящих аварию. В сентябре «Космос-1383» ретранслировал со своего борта полученный им сигнал SOS в столицу Канады — сигнал бедствия был послан в эфир самолетом, совершившим вынужденную посадку в лесистом горном районе Канады. Через несколько часов его обнаружил самолет поисково-спасательной службы. Подобное вскоре случилось с другим канадским самолетом, и снова «Космос-1383» способствовал спасению людей. Спутник сообщил и о падении самолета в США. А через некоторое время в Атлантическом океане перевернулась яхта-катамаран. И опять «Космос-1383» пришел на помощь — все члены экипажа были спасены.

ЗАВОДЫ ВНЕ ЗЕМЛИ

Вся наша жизнь протекает в мире, где властвует тяжесть. Иной мир, лишенный притяжения, кажется нам странным. Сначала робко, а затем смелее человек стал обживать новую для себя стихию — космос, чувствуя себя все увереннее. Уверенность все крепла. Успехи освоения космоса породили идею создания «космических заводов». Мощнейший источник энергии, каким является Солнце, делает эту идею особо привлекательной. Оказалось, что луч Солнца, сконцентрированный параболиче-

ским зеркалом, способен варить в космосе детали из нержавеющей стали и титановых сплавов. Пока сделаны только первые шаги, а в фантазии инженеров заводы на орбите уже вовсю действуют.

В космосе перед техникой открываются захватывающие перспективы работать в совершенно иной среде, в условиях глубокого вакуума, мощных потоков тепла, идущего от Солнца, низких температур и невесомости.

Многие материалы в расплавленном состоянии вступают в реакцию со стенками тиглей, форм, облицовкой печей. В результате в расплав попадают примеси. В то же время наука, промышленность все более нуждаются в сверхчистых материалах. Как их получить?

В земных условиях металл можно «подвесить» в сильном электромагнитном поле. Под действием тока высокой частоты он расплавляется и удерживается в незримой паутине магнитных силовых линий. Но к сожалению, так удается получить только граммы сверхчистых металлов. Кроме того, этот способ применим далеко не ко всем металлам.

В космическом пространстве можно «подвесить» достаточно большие количества расплава. Здесь не понадобятся ни тигли, ни формы для литья. Электромагнитное статическое поле будет придавать расплаву нужную форму, сглаживать неровности его поверхности, так что шлифовка и полировка будут не нужны. А плавить материалы можно при помощи солнечных печей либо каким-нибудь другим способом.

Производство в космосе, например, стекла даст не только абсолютно чистое стекло, но и откроет возможность выпуска стекла новых сортов с более высокими оптическими свойствами, чем у получаемого на Земле. В космосе можно делать такие большие линзы и зеркала для телескопов, которые на Земле ни за что не сделаешь.

Земные условия не позволяют получать и больших, не имеющих дефектов полупроводниковых кристаллов. А дефекты — это снижение качества и самих кристаллов, и изготовленных из них приборов. Невесомость и космический вакуум обеспечивают получение кристаллов высочайшей, неземной чистоты, с нужными свойствами.

Когда на Земле плавят материалы с разным удельным весом, они зачастую расслаиваются — более тяже-

лые оседают на дне сосуда, более легкие всплывают. Получить их равномерную смесь очень сложно. В невесомости материалы не спешат «отмежеваться» друг от друга, здесь можно их равномерно перемешивать.

Примерно 300 лет назад профессор Флорентийской академии Эванджелиста Торичелли открыл вакуум. Это открытие сыграло в технике огромную роль. Без изучения вакуума невозможно было бы, к примеру, создать двигатель внутреннего сгорания, не было бы электронной техники.

Нашу планету окружает плотная атмосфера. Для нас, жителей Земли, ее щит, как уже говорилось, играет немаловажную роль, спасая нас от губительных космических излучений, космического холода и т. п. Но этот же щит мешает технологам. Им приходится ценой огромных усилий при помощи хитроумных насосов создавать на Земле вакуум. А на космических орбитах создавать его нет необходимости — он здесь, можно сказать, в избытке. А раз так, значит, за бортом космической станции можно разместить оборудование для обработки материалов, для создания новых, необходимых технике материалов и конструкций. И если относительный вакуум, полученный на Земле, способствовал росту промышленности, то можно себе представить, какими возможностями располагает глубокий космический вакуум.

Однажды космонавту не сразу удалось открыть люк космического корабля, чтобы выйти в открытый космос. Это произошло из-за того, что металлические детали люка, потеряв в пустоте защитную окисную пленку, приварились друг к другу.

Оказалось, что в условиях космического вакуума хорошо подогнанные зачищенные поверхности металла способны самостоятельно «свариваться», образуя соединения настолько прочные, что в месте слипания их не разорвешь. Вначале подобные явления рассматривались только как нежелательные. Но они таили в себе замечательные возможности для осуществления «холодной сварки» в космической пустоте.

Энергией в космосе людей снабдит Солнце. Параболическое зеркало диаметром 100 м способно дать космическому заводу мощность 10 тыс. кВт, расплавив кусок меди массой 2 кг за 1 с (температура около 4 тыс. °С).

Астероиды и другие небесные тела со временем могут

оказаться весьма полезным для космической индустрии. Специалистов по космической индустрии астероиды могут заинтересовать по двум причинам. Во-первых, их можно использовать в качестве баз расположения производственных мощностей. Не беда, что некоторые из них далеко от нас. Зато посадка на их поверхности и взлет с них большого труда не представят: ведь у астероидов слабые гравитационные поля. У самого крупного астероида Церера притяжение почти в 20 раз меньше земного.

Некоторые близкие и сравнительно небольшие астероиды со временем можно будет перевести на новые орбиты — ближе к Земле. Соседями нашей планеты могут, например, стать Гермес (диаметр 1,6 км, максимальное сближение с Землей 0,5 млн. км) и Адонис (диаметр 1 км, максимальное сближение с земле 1,5 млн. км). Конечно, приблизить астероид к Земле будет не просто. Потребуется установить на нем мощные двигатели, которые создали бы реактивную тягу по касательной к его траектории. Понадобится много топлива.

Во-вторых, астероиды — это запасы полезных ископаемых. Предполагают, что в состав веществ, из которых состоят астероиды, входят железо, никель и другие металлы.

МИЛИТАРИЗМ — УГРОЗА ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ

Проблемы взаимоотношений человека и природы в настоящее время относятся к числу наиболее острых глобальных проблем. Однако принимающее опасные масштабы воздействие человека на природу нельзя соотносить только с развитием цивилизации, с научно-технической революцией, абстрагируясь от конкретных закономерностей различных социально-экономических формаций.

Очевидно, что каждой общественно-экономической системе свойственны свое отношение к среде обитания человека, свои способы и формы использования благ природы.

Капитализму по самой его сути присущ сугубо потребительский, хищнический подход к природе и ее ресурсам, ибо основная цель капиталистического способа про-

изводства состоит в получении любой ценой максимально высоких прибылей. Расхищение природных богатств особенно усилилось в последние годы в связи с ускорившимся процессом милитаризации капиталистической экономики и связанной с ним гонкой вооружений. Факты неопровержимо свидетельствуют, что существует непосредственная связь между хищническим отношением капитала к естественным ресурсам, загрязнением и опустошением окружающей среды и гонкой вооружений.

Пагубное влияние милитаризма начинается с отвлечения огромных материальных и интеллектуальных ресурсов на производство средств уничтожения. Рекорды в наращивании военных расходов держат Соединенные Штаты Америки. Уже первый год своего пребывания у власти — 1981-й — администрация Рейгана отметила своеобразным «подарком» избирателям — резким ростом военных расходов.

Постоянный рост поглощаемых военным производством и содержанием армий дефицитных энергоносителей еще больше усугубляет энергетический кризис, которым охвачены страны капитала. В конце 70-х годов на военные нужды расходовалось до 10% мировой добычи важнейших видов сырья. США, где проживает двадцатая часть населения планеты, потребляют треть добываемых в мире естественных ресурсов. Значительная их доля идет на милитаристские цели. В США на военных предприятиях занято 20% инженеров и 25% ученых-физиков страны. Наращиваемая в США гонка вооружений во многом объясняет тот факт, что на долю этой страны приходится половина мирового загрязнения биосферы.

В 1970 г. капиталистические страны истратили на вооружение 124 млрд. долларов. В 1980 г. на те же цели истрачено более 360 млрд. долларов, а это уже превышает реальную стоимость добываемого минерального сырья.

Из всех богатств на Земле самое ценное — люди, их жизнь и здоровье. Каждая война наносит невосполнимый ущерб человечеству. Она приводит к гибели наиболее трудоспособной части населения, хоронит нераскрытые творческие возможности, губит цвет каждой нации, ее надежду и гордость. На фронтах первой мировой войны погибло около 9,5 млн. человек. Число погибших во вто-

рой мировой войне составляет 55 млн. человек. Какие страшные цифры!

Исследователи установили: 8 млрд. долларов в год необходимо, чтобы обеспечить продуктами питания развивающиеся страны, где ныне голодает значительная часть населения, а 22 млрд. долларов в год было бы достаточно, чтобы победить голод, неграмотность и многие болезни во всем мире. А между тем средства, так необходимые человечеству для мирной жизни, вкладываются в военную промышленность.

В июле 1982 г. с благословения президента США Рейгана провозглашена «новая космическая политика» США на 80-е годы. К чему же она сводится, что утверждает? Создание антиспутников, способных уничтожать космические объекты противника, разработка боевых лазеров для поражения целей в космическом пространстве и из космического пространства, применение из космоса ядерного оружия... Все это, по мнению Рейгана, «создаст потенциальную возможность изменения соотношения сил в мире».

Когда-то Альберта Эйнштейна спросили, какое оружие, по его мнению, будет применено в третьей мировой войне? Ученый ответил, что не знает этого, но в четвертой мировой войне, с его точки зрения, единственным оружием мог бы быть каменный топор.

Космос должен оставаться мирным. Таково мнение советского народа. Наша страна предложила заключить международный договор о неразмещении в космосе оружия любого рода. Советский Союз убежден, что следует пойти даже дальше: договориться о запрещении применения силы вообще как в космическом пространстве, так и из космоса в отношении Земли. Миролюбивые усилия Советского государства поддерживает все прогрессивное человечество.

КОСМОНАВТИКА СЕГОДНЯ И ЗАВТРА

ОНИ БЫЛИ ПЕРВЫМИ

Ракеты — изобретение отнюдь не нашего времени. Имя создателя первой ракеты неизвестно, как неизвестны имена людей, создавших колесо или порох. Прообразом боевых ракет, видимо, были применявшиеся для осады крепостей в X—XII вв. в Индии и в Китае стрелы, к которым прикреплялась бумажная гильза, наполненная взрывчатым веществом, по составу близким к пороху.

Первые сведения о применении ракет в России относятся ко второй половине XVII века. В 1680 г. в Москве было создано «ракетное заведение», где изготовлялись фейерверочные ракеты. Массовое производство в России черного дымного пороха было налажено в XVIII столетии. Фейерверки русских пиротехников заслужили мировую славу.

Первым русским военным инженером, создавшим образцы боевых пороховых ракет, был А. Д. Засядко. Эти ракеты впервые начали применять во время русско-турецкой войны 1828—1829 гг.

Существенный вклад в совершенствование русских боевых ракет сделан военным инженером К. И. Константиновым, выдающимся технологом, изобретателем и организатором научно-технических изысканий по ракетной технике. Константинов является автором большого труда «О боевых ракетах», вышедшего в свет в Петербурге в 1864 г.

Историю ракетных летательных аппаратов можно начать с народовольца Н. И. Кибальчича, казненного за покушение на Александра II. В историю революционного движения России Кибальчич вошел как один из видных членов партии «Народная воля». Имея обширные и глубокие знания по математике, физике и особенно по химии, молодой ученый, по существу, предложил не ракетный двигатель, приспособленный к какому-либо летательному аппарату, а совершенно новый аппарат — прообраз современных пилотируемых космических средств,

у которых тяга ракетных двигателей служит для создания подъемной силы, поддерживающей машину в полете.

В тюрьме перед казнью Кибальчич куском угля на стене камеры-одиночки делал чертежи и расчеты своего аппарата. Получив по разрешению тюремного начальства необходимые письменные принадлежности, 23 марта он закончил проект и представил его начальнику тюрьмы. Предсмертным желанием Кибальчича было получить отзыв на свой проект от авторитетных специалистов. Ему хотелось узнать, принесет ли его работа пользу человечеству.

3 апреля 1881 г. Кибальчич был казнен, а его проект хранился в судебном деле без движения вплоть до Великой Октябрьской социалистической революции. Только после того, как трудящиеся взяли власть в свои руки, пакет с проектом Кибальчича наконец попал в руки специалистов.

История космической ракетной техники и космонавтики знает немало славных имен. Одно из величайших среди них — имя К. Э. Циолковского, всю жизнь проработавшего учителем математики и физики.

Циолковский открыл ряд важных законов, имеющих большое значение для космической и ракетной техники. Работа над вопросами кинетической теории газов привела ученого к мысли о возможности использования ракетного движения для создания межпланетных летательных аппаратов. В своем труде «Свободное пространство» (1883) Циолковский рассматривает движение без тяжести, сопротивления воздуха и сил трения. Он описывает ощущения, которые ждут космонавтов в невесомости, предлагает принципиальную схему двигателя для космического аппарата. «Положим, дана бочка, наполненная сильно сжатым газом. Если отвернуть один из ее тончайших кранов, то газ непрерывной струей устремится из бочки, причем упругость газа, отталкивающая его частицы в пространство, будет также непрерывно отталкивать и бочку»,— утверждает ученый.

Позднее суждения Циолковского будут облечены им в строгую математическую форму, и числовые расчеты дадут точную инженерную оценку преимуществ ракеты.

В одном из автобиографических фрагментов Циолковский писал: «В 1885 г., имея 28 лет, я твердо решился

отдаться воздухоплаванию и теоретически разработал металлический управляемый аэростат (дирижабль)». Дирижабль Циолковского имел характерные особенности. Во-первых, это был дирижабль переменного объема. Во-вторых, газ, наполняющий дирижабль, можно было подогревать. Третья особенность конструкции состояла в том, что тонкая металлическая оболочка для увеличения прочности, надежности и устойчивости была гофрированной. Труд Циолковского «Аэростат металлический управляемый» (1892) получил несколько сочувственных отзывов, этим дело и ограничилось.

Циолковскому принадлежит прогрессивная идея постройки цельнометаллического аэроплана. В статье «Аэроплан, или Птицеподобная (авиационная) летательная машина» (1894), даны описание, расчеты и чертежи моноплана со свободнонесущим крылом.

В 1897 г. ученый соорудил в Калуге первую в России аэродинамическую трубу (воздуходувку), с помощью которой он определял коэффициенты сопротивления воздуха для тел разной формы.

В 1893 г. Циолковский написал научно-фантастическую повесть «На Луне», а вслед за ней другую — «Грезы о Земле и небе и эффекты всемирного тяготения» (1895). В первой работе, в частности, описывается, как чувствовали бы себя люди, очутившиеся на Луне, во второй, наряду с изложением многих оригинальных мыслей, выдвигается идея о создании «падающей лаборатории» и описываются различные явления, происходящие в условиях невесомости.

В 1903 г. Циолковский опубликовал часть работы «Исследования мировых пространств реактивными приборами», где развивает и всесторонне обосновывает идею использования ракет для космических полетов. В ряде других трудов, а также в работе «Космические ракетные поезда» (1929) ясно и четко изложены основы теории ракеты и ракетного двигателя на жидком топливе.

Идеи Циолковского создали теоретическую базу для будущих полетов в космос. Потребовалось полвека, чтобы они смогли претвориться в жизнь. Нет ничего удивительного в том, что жители заштатного Боровска или Калуги начала века считали Циолковского беспочвенным мечтателем, чудаком. Ведь его замыслы были далеки от всего, что волновало российских обывателей. Лишь

великие люди того времени, такие, как Д. И. Менделеев или А. Г. Столетов, поддерживали скромного учителя.

Циолковский верил в то, что осуществление космического полета — дело не столь далекого будущего. В письме к редактору журнала «Вестник воздухоплавания» он писал: «Человечество не останется вечно на Земле, но, в погоне за светом и пространством, сначала робко проникнет за пределы атмосферы, а затем завоюет себе околоземное пространство».

В своих трудах ученый использовал лишь арифметику, алгебру и начала анализа бесконечно малых величин. Тем не менее этого скромного арсенала математических средств было достаточно, чтобы обосновать ракетную технику.

Говоря о пионерах этой техники, невозможно не вспомнить талантливого изобретателя и ученого Ю. В. Кондратюка. Не зная о работах Циолковского, идя самостоятельным путем, Кондратюк создал свою теорию ракеты много позже него.

В 1918—1919 гг. была написана первая работа Кондратюка — «Тем, кто будет читать, чтобы строить». В ней Кондратюк вывел основное уравнение движения ракеты методом, отличавшимся от тех, которыми пользовались другие авторы, дал принципиальную схему и описание четырехступенчатой ракеты на кислороде и водороде. Ярка и интересна выдвинутая Кондратюком идея использования гравитационного поля встречных небесных тел как для разгона ракеты, так и для ее торможения. Работа Кондратюка «Тем, кто будет читать, чтобы строить» была опубликована в 1964 г. в сборнике «Пионеры ракетной техники», выпущенном издательством «Наука».

Другая работа Кондратюка — «Завоевание межпланетных пространств» была опубликована в 1929 г. в Новосибирске. В книге подробно разработаны проблемы энергетических траекторий космического полета, использования атмосферы планет для спуска, определена последовательность первых этапов освоения космического пространства, рассмотрен ряд других проблем. Редактором книги был известный советский ученый в области аэродинамики, самолетостроения и ветроэнергетики В. П. Ветчинкин. В предисловии он писал: «Предлагаемая книжка Ю. В. Кондратюка, несомненно, представляет наиболее полное исследование по межпланетным пу-

тешествиям из всех писавшихся в русской и иностранной литературе до последнего времени. Все исследования проведены автором самостоятельно...»

В начале 30-х годов Кондратюк занялся исследованием сверхмощных ветровых установок. Получив поддержку ЦАГИ, он возглавил проектирование ветровых электростанций в украинском НИИ промышленной энергетики.

Определяющим фактором в осуществлении полетов в космическом пространстве является уровень развития ракетных двигателей. Скорость, приобретаемая ракетой, в первую очередь зависит от энергетических характеристик ее двигателей. Первой советской научно-исследовательской и опытно-конструкторской организацией по разработке ракетных двигателей и ракет была Газодинамическая лаборатория (ГДЛ), созданная в 1921 г.

Основатель ГДЛ — инженер-химик Н. И. Тихомиров — посвятил ракетной технике всю свою жизнь. Начало работ Н. И. Тихомирова по ракетной технике относится к 1894 г. В период 1894—1897 гг. им проводились опыты с небольшими пороховыми моделями. В 1912 г. он представил морскому министру проект пороховой ракеты, который предусматривал использование в дальнейшем и жидких горючих — спиртов, нефтепродуктов и др. Проект был одобрен, но только Советская власть создала условия для его реализации.

Советская Республика, переживавшая трудные годы гражданской войны, интервенции, восстановления промышленности и транспорта, нашла возможность дать ход идеям Н. И. Тихомирова. С 1921 г. начала действовать Лаборатория для разработки изобретений Н. И. Тихомирова, организованная на государственные средства в Москве. В предоставленном ученому доме были оборудованы пиротехническая и химическая лаборатории и механическая мастерская.

Для снаряжения ракет Н. И. Тихомиров остановился на бездымном порохе, разработка которого велась под его руководством. На этот порох изобретатель получил патент.

Основные лаборатории, связанные с разработкой и изготовлением бездымного шашечного пороха, находились в Ленинграде. В 1925 г. московская лаборатория перебазировалась туда. В 1928 г. лаборатория Н. И. Тихоми-

рова была расширена и получила наименование Газодинамической лаборатории (ГДЛ).

Н. И. Тихомиров скончался в 1930 г. в возрасте 70 лет. В Москве ему поставлен памятник, его имя присвоено одному из кратеров на обратной стороне Луны.

К 1934 г. ГДЛ пришла с крупными достижениями в разработке ракет на бездымном порохе. Ракетные снаряды девяти типов прошли официальные стрельбы с Земли, морских судов и самолетов в присутствии комиссии Реввоенсовета СССР под председательством М. Н. Тухачевского. В последующие годы они совершенствовались.

Вернемся в конец 20-х годов. В 1929 г. на экспертизу к Н. И. Тихомирову в ГДЛ поступило предложение В. П. Глушко по ракетному двигателю. Оно получило одобрение. В составе ГДЛ было организовано подразделение по разработке электрических и жидкостных ракетных двигателей и ракет. Руководителем этого подразделения стал В. П. Глушко.

В 1929—1930 гг. теоретически и экспериментально была доказана работоспособность электрического ракетного двигателя, использующего в качестве рабочего тела твердые или жидкие проводники, взрываемые с заданной частотой электрическим током. Вначале электровзрывы производились в открытом пространстве, затем в камере с соплом. В 1932—1933 гг. электрический ракетный двигатель испытывался на баллистическом маятнике.

Однако решить весь комплекс вопросов, связанных с отработкой электрических ракетных двигателей, в те годы было невозможно. Внимание лаборатории сосредоточилось на разработке жидкостных ракетных двигателей для экспериментальных целей. В 1930 г. разрабатывалась конструкция первого в Советском Союзе лабораторного жидкостного ракетного двигателя ОРМ-1 (ОРМ — опытный ракетный мотор). В 1931 г. начались огневые испытания двигателей.

В 1932 г. были разработаны, построены и испытаны двигатели ОРМ-4 — ОРМ-22. В 1933 г. создаются опытные двигатели ОРМ-23 — ОРМ-49, на которых продолжаются исследования проблемных вопросов конструкции жидкостных ракетных двигателей, и двигатели ОРМ-50—ОРМ-52.

Двигатель ОРМ-50 работал на азотной кислоте и ке-

росине (расчетная тяга 1,5 кН — 150 кгс) и предназначался для установки на ракете. Более мощный образец — двигатель ОРМ-51 — был рассчитан на тягу 2,5 кН (250 кгс). Двигатель ОРМ-52, как и предыдущие образцы, работал на азотной кислоте и керосине. Он развивал тягу 3 кН (300 кгс) при давлении в камере сгорания 2 МПа (20 атм). Зажигание осуществлялось химически, с помощью самовоспламеняющегося топлива, заливаемого перед пуском в трубопровод из питательного коллектора. Предназначался этот двигатель для спроектированных в ГДЛ ракет серии РЛА (реактивные летательные аппараты).

В ГДЛ были заложены основы отечественного ракетного двигателя. Из ее стен вышли кадры, вырастившие творческий коллектив дважды орденоносного опытно-конструкторского бюро ГДЛ (ГДЛ — ОКБ), которым созданы мощностные жидкостные ракетные двигатели для советских ракет-носителей, летающих в космос. Бессменный руководитель ГДЛ — ОКБ — В. П. Глушко.

Достойным продолжателем идей Циолковского, энтузиастом межпланетных полетов был Ф. А. Цандер. В восемнадцать лет он познакомился с работой К. Э. Циолковского «Исследование мировых пространств реактивными приборами». В 1908—1912 гг., будучи студентом Рижского политехнического института, Цандер приступил к теоретической проработке вопросов, связанных с осуществлением космического полета.

В конце 1921 г. на Московской губернской конференции изобретателей Цандер выступил с докладом о своих расчетно-конструкторских работах по проекту космического корабля-аэроплана. Первая печатная работа Цандера «Перелеты на другие планеты» была опубликована в журнале «Техника и жизнь» в 1924 г.

Свою идею создания межпланетного корабля-аэроплана Цандер излагает следующим образом:

«Мой межпланетный корабль состоит из аэроплана, на который поставлен авиационный двигатель высокого давления. Двигатель будет работать при помощи жидкого кислорода и бензина или же этилена или водорода, смотря по условиям, которые окажутся при опытах наиболее выгодными.

Двигатель будет приводить в движение винты, и аэроплан взлетит с Земли. С увеличением высоты полета так-

же будет увеличиваться скорость. На высоте примерно 26 верст над Землей авиационный двигатель будет выключен и включен ракетный мотор с силой тяги 1500 кг. Затем специальным механизмом мы втянем части аэроплана в котел, где они будут расплавляться, и получим жидкий алюминий, который вместе с водородом и кислородом послужит нам прекрасным горючим материалом. На высоте примерно 85 км над Землей от аэроплана уже ничего не останется, так как он весь расплавится в котле и расплавленный металл будет использован как топливо, а останется только ракета с небольшими крыльями и рулями, а также кабина для людей...»

Модель межпланетного корабля-аэроплана Цандера была представлена на Выставке по межпланетным полетам, которая была организована в Москве в 1927 г.

Проект межпланетного корабля-аэроплана Цандера сыграл свою роль. Он привлек внимание к проблемам космонавтики как к делу сегодняшнего дня, а не отдаленного будущего. В нашей стране было организовано первое в мире общество по космонавтике — Общество изучения межпланетных сообщений.

В статьях по теории межпланетных путешествий Цандер рассматривает вопросы выбора траекторий межпланетных перелетов, обеспечивающих минимальные расходы топлива, определяет сроки вылета и время пребывания космических кораблей в пути, разбирает вопросы коррекции траекторий межпланетных ракет. Особенно подробно рассмотрены траектории полета на Марс. В 1925 г. Цандер выдвинул идею возможного отклонения метеорных тел от межпланетного корабля с помощью статического электричества.

Ученый старался не упускать ни одного вопроса, связанного с практическим разрешением проблемы полета человека в космос. Большое внимание он уделял жизни, в частности питанию, человека в межпланетном корабле. Начиная с 1915 г. он в течение многих лет проводил опыты по созданию легчайшей оранжереи. Кропотливым трудом он добился успеха: вырастил горох и капусту в горшках, наполненных не землей, а толченым древесным углем.

В 1930 г. Цандер начал работать в Институте авиационного моторостроения (ИАМ), где создал свой первый реактивный двигатель ОР-1, развивающий тягу до

1,5 Н (0,15 кгс). Двигатель работал на бензине и сжатом воздухе, т. е. был воздушно-реактивным.

В начале 1931 г. при Центральном совете Осоавиахима была создана секция реактивных двигателей, руководителем которой был избран Цандер. Членами секции были специалисты различных областей науки и техники. В 1931 г. секция была преобразована в Центральную группу по изучению реактивного движения и ракетного метода летания (ЦГИРД), возглавлявшуюся техническим советом, председателем которого был Цандер. В 1932 г. при ЦГИРДе были организованы курсы по реактивному движению, для которых Цандер составил подробную учебную программу. Курсы объединили энтузиастов реактивной техники, решивших начать практическую работу по постройке реактивных двигателей и ракет. В апреле 1932 г. решением Центрального совета Осоавиахима и была создана группа по изучению реактивного движения (ГИРД).

ГИРД состоял из четырех проектно-конструкторских бригад, объединенных в один отдел, производственных мастерских и испытательной станции. Работой ГИРДа руководил технический совет под председательством С. П. Королева. Первую бригаду возглавил Цандер.

Основное внимание бригады Цандера было сосредоточено на разработке жидкостного ракетного двигателя ОР-2 для самолета РП-1 (он же БИЧ-11) конструкции Б. И. Черановского. Двигатель ОР-2 состоял из камеры сгорания с соплом и системой охлаждения, системы топливоподачи, системы наддува баков с азотным компенсатором и других элементов. Зажигание осуществлялось от электросвечи. В качестве топлива использовался жидкий кислород и керосин.

В декабре 1932 г. закончили монтаж всех агрегатов двигателя в том порядке, как они должны размещаться на самолете. Следующим этапом был перемонтаж установки с переносом ее на испытательный стенд. В марте 1933 г. Цандера отправили на лечение, и первое испытание двигателя проводилось без него. Выяснилось, что двигатель нуждается в доработке. В конце марта Цандер скончался.

Незадолго до смерти ученый начал разработку своего проекта бескрылой ракеты («Объект-10», или ГИРД-10) с жидкостным ракетным двигателем, использующим ме-

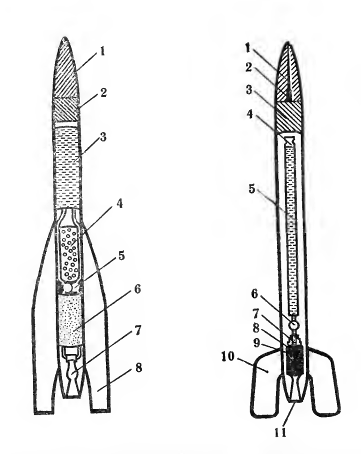


Рис. 10. Экспериментальная ракета ГИРД-10:
1 — головная часть; 2 — приборный отсек; 3 — бак с окислителем; 4 — воздушный аккумулятор; 5 — редуктор; 6 — бак с горючим; 7 — камера ракетного двигателя; 8 — стабилизатор

Рис. 11. Экспериментальная ракета ГИРД-09:
1 — парашютная головка; 2 — сбрасыватель парашюта; 3 — приборный отсек; 4 — дренажно-предохранительный клапан; 5 — бак с жидким кислородом; 6 — кран; 7 — шайба-форсунка; 8 — камера сгорания; 9 — заряд сгущенного бензина; 10 — стабилизатор; 11 — сопло

таллическое горючее. Однако двигатель оказался неработоспособным. Идея явно опережала технические возможности времени.

Доводку ОР-2 пришлось проводить уже без Цандера.

В процессе испытаний заменили керосин этиловым спиртом, благодаря чему двигатель заработал достаточно надежно.

Первый пуск ракеты состоялся 25 ноября 1933 г. Хотя успех был неполным (в полете нарушилось крепление двигателя, и ракета повернула к Земле, упав в 150 м от места старта), это не омрачило радости ее создателей. Был сделан еще один шаг в овладении ракетной техникой (рис. 10).

В 1932 г. в Москве отдельной книгой была издана работа Ф. А. Цандера «Проблема полета при помощи реактивных аппаратов». В ней наряду с изложением теории полета ракет и аэропланов приведены методы выбора топлива и расчеты различных ракетных двигателей. В 1947 г. вышел сборник трудов Ф. А. Цандера, переизданный в 1961 г. Именем Цандера назван кратер на обратной стороне Луны.

Второй бригадой ГИРДа руководил М. К. Тихонравов. В декабре 1932 г. бригада приступила к проектированию ракеты ГИРД-09 (рис. 11). В основе ее конструктивной схемы были две особенности: применение в качестве горючего сгущенного пастообразного бензина; подача жидкого кислорода под давлением собственных паров, образующихся в кислородном баке.

Первый полет ракеты был осуществлен 17 августа 1933 г. Ведущие конструкторы Н. И. Ефремов и З. И. Круглова сами заправили ее сгущенным бензином и жидким кислородом и спустились в блиндаж, откуда по команде С. П. Королева произвели запуск двигателя. Из сопла вырвалось пламя, ракета медленно вышла из станка и, ускоряя движение, устремилась в небо. Она достигла высоты около 400 м. Полет продолжался всего 18 с, но и эти секунды стали наградой коллективу энтузиастов, показали его способность решать сложные научно-технические проблемы. Впоследствии была изготовлена партия ракет 09 и произведены их удачные запуски.

Во второй бригаде разрабатывались также ракеты ГИРД-07 и ГИРД-05. Двигатель ракеты 07 работал на жидком кислороде и керосине. Топливные баки помещались в стабилизаторе ракеты. Подача топлива осуществлялась давлением паров кислорода. Ракета была испытана в полете.

Проектирование ракеты 05 началось после проекти-

рования ракет 09 и 07. Ракета была рассчитаиа иа двигатель ОРМ-50 конструкции ГДЛ, работавший на азотной кислоте и керосиие. Ракету изготовили в 1933 г. На базе ракеты 05 при материальиой поддержке АвиаВНИТО была создаиа стратосфериая ракета «АвиаВНИТО».

Третья бригада, возглавляемая Ю. А. Победоиосцевым, исследовала и отрабатывала прямоточные воздушно-реактивные двигатели (ПВРД). Победоиосцев выдвиuул идею разместить исследуемый воздушно-реактивный двигатель в корпусе артиллерийского снаряда. Осенью 1933 г. состоялись первые летиые испытаиия. Было изготовлеио десять сиарядов с встроеиным в них ПВРД. Большое значеиие имел выбор топлива. Рассмотрев зиачительиое количество горючих веществ, конструкторы остановились иа белом фосфоре.

Перед выстрелом выходиое сопло закрывалось металлической заглушкой. После выстрела заглушка отделялась от сиаряда и падала недалеко от орудия. Подтверждением эффективиости ПВРД явилось увеличеиие дальиости полета сиаряда с вмоитированиым двигателем почти иа 1 км.

Четвертая бригада разрабатывала крылатые ракеты. Бригадой последовательио руководили С. П. Королев, Н. А. Железияков, А. В. Чесалов и Е. С. Щетииков. Работы иосили чисто экспериментальный характер и проводились по двум направлениям — пороховые ракеты и ракеты на жидком топливе.

В истории освоеиия космического пространства с имеием Сергея Павловича Королева связаиа эпоха первых замечательиых достижений. Выдающиеся оргаиизаторские способиости и талаит большого учеиого позволили ему на протяжеиии ряда лет иаправлять работу многих институтов и коиструкторских коллективов на решение больших комплексиых задач. Научиые и технические идеи Королева получили широкое применение в ракетной и космической технике в СССР.

Под руководством Сергея Павловича были созданы многие баллистические и геофизические ракеты, ракеты-иосители и космические корабли. Ракетио-космические системы, во главе разработки которых стоял Королев, позволили впервые в мире осуществить запуски искусственных спутииков Земли и Солнца, полеты автоматических межплаиетных станций к Луие, Веиере и Марсу.

Под началом Королева были созданы искусственные спутники Земли серий «Электрон», «Молния», многие спутники серии «Космос», аппараты серии «Зонд».

Королев окончил аэромеханический факультет МВТУ по специальности «Самолетостроение». Дипломный проект он выполнил под руководством выдающегося советского авиаконструктора А. Н. Туполева. Учебу Королев совмещал с работой на авиационном заводе сначала техником, затем инженером, испытателем новых самолетов. Одновременно Сергей Павлович закончил школу летчиков-планеристов и школу пилотов-парителей.

Еще школьником он создал проект планера, впоследствии построил несколько планеров и легких самолетов собственной конструкции — планер «Коктебель» (совместно с С. Н. Люшиным), на котором в 1929 г. пилот К. К. Арцеулов установил всесоюзный рекорд дальности полета, планер нового типа СК-3 «Красная звезда» — на этом аппарате летчик В. А. Степанченок в 1930 г. впервые в мире выполнил мертвую петлю и некоторые другие фигуры высшего пилотажа. Надо упомянуть и предназначавшийся для дальних полетов легкий спортивный двухместный самолет СК-4 с мотором «Вальтер» мощностью 60 л. с., созданный в 1929 г. и испытанный летчиком Д. А. Кошицем.

Огромное влияние на Королева имело знакомство с идеями К. Э. Циолковского. Еще работая в авиационной промышленности, он начал исследования в области ракетной техники в кружке энтузиастов Осоавиахима. Следует заметить, что в те годы, да и во многие последующие, не все признавали за ракетной техникой право на существование. Ею занимались только энтузиасты, снискавшие прозвище лунатиков. Королев считал, что мечты «лунатиков» не беспочвенны. В центре их внимания должен быть ракетный двигатель. «Для успеха дела,— писал Королев,— нужен в первую очередь надежный и высококачественный по своим данным мотор».

Вклад в развитие ракетной техники внесла и Ленинградская группа изучения ракетной техники (ЛенГИРД), организованная в Ленинграде при Бюро воздушной техники областного совета Осоавиахима в 1931 г. Среди организаторов и активистов ЛенГИРДА были Я. И. Перельман, Н. А. Рынин, В. В. Разумов (первый председатель ЛенГИРДа), А. Н. Штерн, И. Н. Самарин, Е. Е. Чер-

товской. Группа активно пропагандировала ракетную технику, разработала ряд оригинальных проектов экспериментальных ракет.

Профессор Рынин собрал и увлекательно описал в книгах «Межпланетные сообщения» (десять выпусков), изданных в 1928—1932 гг., мифы и легенды о полетах в космическое пространство, сохранившиеся с дальних времен, фантазии романистов, результаты исследований отечественных и зарубежных ученых. До наших дней пользуются спросом читателей «Межпланетные путешествия», «Занимательная астрономия» Я. И. Перельмана и другие его книги. Е. Е. Чертовской также был талантливым инженером, конструктором и изобретателем. Им разработаны и построены первые отечественные скафандры для летчиков.

Осенью 1933 г. на базе ГДЛ и ГИРДа было решено создать в Москве в системе Наркомата по военным и морским делам Реактивный научно-исследовательский институт (РНИИ). Начальником института был назначен И. Т. Клейменов. Его заместителем до 1934 г. был С. П. Королев, затем Г. Э. Лангемак. Имена Клейменова и Лангемака получили кратеры на обратной стороне Луны. Г. Э. Лангемак, конструктор ракетных снарядов на бездымном порохе, был одним из основных руководителей разработки ракетных снарядов в ГДЛ и РНИИ.

В начальный период своего существования РНИИ состоял из четырех отделов. В состав отделов входили секторы и бригады. Первый отдел института занимался пороховыми ракетами и установками к ним. Второй отдел разрабатывал жидкостные ракетные двигатели. Входящие в его состав бригады занимались ракетными двигателями на высококипящем окислителе и керосине и двигателями на жидком кислороде и этиловом спирте. Третий и четвертый отделы разрабатывали крылатые ракеты, воздушно-реактивные двигатели и другие объекты. К 1934 г. первый отдел РНИИ, возглавляемый Лангемаком, развернул работы по созданию твердотопливных ракет разного калибра.

В начале 1934 г. коллектив специалистов по жидкостным ракетным двигателям, выросший в ГДЛ, переехал в Москву в РНИИ, где продолжал в составе второго отдела разрабатывать жидкостные ракетные двигатели.

Среди разработанных в течение 1934—1935 гг. двигателей были однокамерные и двухкамерные (ОРМ-53 — ОРМ-71; ОРМ-101 — ОРМ-102). Выдающимся событием того времени стало создаиие азотиокислотиого керосинового жидкостного ракетиого двигателя ОРМ-65 конструкции В. П. Глушко с регулируемой тягой от 50 до 175 кгс для устаиовки на крылатой ракете РНИИ-212 и на планере РП-318 коиструкции С. П. Королева.

Первая беспилотная крылатая ракета 06/I повторяла уменьшенные размеры ракетопланера РП-1. На ней стоял двигатель с ракеты 09. Полетная масса составляла 90 кг. На ракете имелась упрощенная автоматика, воздействовавшая на рули высоты. Взлет ракеты осуществлялся с горизонтальных иаправляющих.

Развитием этой работы стала крылатая ракета 06/III (216) конструкции Е. С. Щетинкова с модифицированным кислородно-спиртовым двигателем Цандера — Душкина, развивавшим тягу 100 кгс. Она имела крылья площадью 1,5 м² с размахом 3 м. Ее стартовая масса в зависимости от заправки топливом и количества груза составляла 80—100 кг, а расчетная дальиость полета — 15 км. В конструкцию впервые были введеиы элерои и гигроскопический автомат ГПС. Взлет осуществлялся с катапульты-тележки на рельсах с пороховыми ускорителями. Изготовлеиы были четыре ракеты.

Еще до окончания испытаний ракеты 216 началась разработка более совершенной беспилотной крылатой ракеты 212 с жидкостным ракетным двигателем ОРМ-65, работавшим на азотной кислоте и керосине. Размах крыла составлял 3,16 м, площадь крыла — 1,7 м², стартовая масса равнялась 165—230 кг, наибольшая расчетная дальность полета с планированием — 80 км.

Крылатая ракета 212 может рассматриваться как первый типичный образец современной ракетной техники, поскольку она имела все основные системы, присущие управляемым летательным аппаратам и стабилизировалась по всем трем плоскостям. Ракета была выполнена по самолетиой схеме. В ее приборном отсеке располагался гигроскопический автомат. Топливные баки находились в крыле.

Ракета создавалась при активиом участии С. А. Пивоварова, Б. В. Раушенбаха, Е. С. Щетинкова и других конструкторов, впервые разработавших приборы для ав-

томатической стабилизации ракеты в полете. В 1939 г. состоялось два полета ракеты 212.

С. П. Королев хорошо представлял себе весь комплекс проблем, которые нужно было решить для осуществления полета человека в космос. Одна из проблем заключалась в установке на планере ракетного двигателя.

Соединение планера с ракетным двигателем рассматривалось Королевым только как этап широкого плана создания ракетных летательных аппаратов. У него и у его ближайших помощников, в первую очередь у Щетинкова, сложилось четкое представление о преимуществах, которые сулит применение ракетных двигателей на самолетах.

Для начала решено было создать летающую лабораторию, установив жидкостный ракетный двигатель на ранее построенном Королевым планере СК-9. В 1939 г. двигатель ОРМ-65 был заменен двигателем РДА-1-150 с тягой 150 кгс, разработанным в РНИИ под руководством Душкина. Построенный на базе планера СК-9 ракетопланер РП-318 имел свободнонесущее крыло размахом 17 м. Двигатель РДА-1-150 работал на азотной кислоте и кероснне, имел вытеснительную систему подачи топлива.

Испытывать ракетопланер доверили одному из лучших летчиков и планеристов того времени В. П. Федорову. «Предстоит далеко не безопасный полет»,— сказали ему. Федоров ответил: «Понимаю»,— и спокойно стал готовиться к испытаниям. Первый полет ракетопланера состоялся 28 февраля 1940 г. Следуя за буксировщиком, машнна набрала высоту 2800 м. Потом планер отцепился, и Федоров начал самостоятельный полет. Включение двигателя произошло на высоте 2600 м. Примерно через 5—6 с скорость полета поднялась с 80 до 140 км/ч.

Шел трудный 1942 год. Подразделению В. П. Глушко была поручена разработка жидкостного ракетного двигателя. В результате напряженного труда был создан жидкостный ракетный двигатель РД-1, работающий на азотной кислоте и керосине. Расходуя 90 кг топлива в минуту, РД-1 развивал тягу 3 кН (300 кгс).

Первоначально РД-1 был установлен на бомбардировщике Пе-2. Поскольку двигатель потреблял 90 кг топлива в минуту, то 900 кг топлива, запасенных на борту самолета, обеспечивали двигателю десятиминутную ра-

боту. За счет реактивной тяги скорость Пе-2 должна была возрасти иа высоте 7 тыс. м на 108 км/ч.

Для проведения заводских испытаний Пе-2 с РД-1 была создана комиссия. В иее вошли коиструктор двигателя Глушко и автор реактивиой установки Королев. Королев был включеи и в летный экипаж в качестве инжеиера-испытателя. На испытания и доводку двигателя ушло два года.

Двигатели РД-1 были установлены также на самолетах Ла-7 С. А. Лавочкина, Як-3 А. С. Яковлева, Су-6 и Су-7 П. О. Сухого. Самолеты эти предназиачались для перехвата фашистских разведчиков, рвавшихся к Москве на больших высотах.

Автору этих строк, работавшему в то время в качестве ведущего коиструктора самолета Ла-7 с жидкостным ракетным двигателем, получившего наименование Ла-120Р, приходилось непосредственно общаться с Глушко, Королевым и многими другими специалистами, участвовавшими в создаиии и в испытаниях двигателя РД-1. Признанием успехов создателей двигателя было участие самолета Ла-120Р в воздушном параде в Тушине 18 августа 1946 г.

Энтузиазм, творческая ииициатива, страстное желание помочь Родине ощущались в работе создателей жидкостных ракетиых двигателей. Накопленный опыт ие пропал даром. Ои был использован при создании двигателей для мощиых ракет-носителей.

В 1946 г. было принято историческое решение о создании ракетостроительной промышленности страиы, выделеиии для этого зиачительных средств, материальиых ресурсов и кадров. Королева назначают главиым коиструктором по разработке мощиых баллистических ракет. К созданию ракетных двигателей, систем управлеиия и наземных комплексов были привлечены крупные конструкторские бюро и заводы. Координацией всех работ руководил совет главиых конструкторов.

К концу войны в Германии удалось создать управляемую баллистическую ракету дальнего действия А-4, или Фау-2, способиую перебрасывать около 1 т взрывчатки на расстояние 270 км за 5 мин. Двигатель Фау-2 работал на кислороде с 75-процеитиым этиловым спиртом, развивал тягу 0,25 МН (25 тс.). Ракета имела несовершенную конструкцию и малую точность полета.

Американцы, захватившие несколько сот ракет А-4, с помощью основных участников их разработки развернули в США широкую программу исследований. За рубежом были уверены, что обескровленному войной Советскому Союзу еще очень долго не удастся самостоятельно решить проблему создания мощных управляемых ракет.

Но 10 октября 1948 г. успешно стартовала и попала в заданную цель советская БРДД Р-1 на жидком топливе, созданная под руководством Королева. Она существенно превосходила А-4 по точности и надежности полета. Летные испытания ракеты Р-1 по баллистической траектории использовались Физическим институтом Академии наук СССР для исследований космических лучей.

В ОКБ Королева была разработана высотная ракета, предназначенная для запуска по вертикальной траектории и получившая название В-1А. Высотная ракета снабжалась отделяемой головной частью и двумя закрепленными на корпусе мортирами. В них находились контейнеры с аппаратурой для взятия проб воздуха на большой высоте.

Проходившие с 1949 г. запуски ракеты В-1А, при которых была достигнута высота 102 км, показали большую перспективность ракетных геофизических исследований и позволили наметить их расширенную программу. Для руководства ее выполнением при президиуме Академии наук СССР был учрежден Координационный междуведомственный комитет под председательством академика А. А. Благонравова.

С учетом опыта, полученного при запусках ракеты В-1А, в 1951—1955 гг. были разработаны ее новые геофизические варианты: В-1Б, В-1В, В-1Д и В-1Е, отличавшиеся конструкцией головной части и спасаемых контейнеров, составом научной аппаратуры (рис. 12).

Начало изучению воздействия факторов ракетного полета (включая кратковременную невесомость) на организмы было положено в СССР в 1951 г. Применение для этого мощных ракет дало возможность работать с собаками, что приносило более ценные результаты, чем при аналогичных зарубежных опытах с мышами. Собаки запускались как в герметичных кабинах, так и в катапультируемых из ракет скафандрах с индивидуальной системой жизнеобеспечения и спасения.

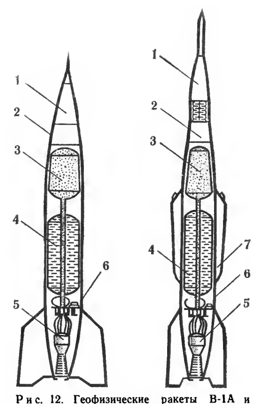


Рис. 12. Геофизические ракеты В-1А и В-1Е:

1 — отделяемая головная часть; 2 — отсек системы управления; 3 — спиртовой бак; 4 — кислородный бак; 5 — двигатель; 6 — хвостовой отсек; 7 — мортиры с контейнерами

В 1956 г. Академия наук СССР провела Всесоюзную конференцию по ракетным исследованиям. С основным докладом выступил С. П. Королев. Отметив, что первый этап работ на высотах до 100 км, занявший шесть лет, дал ценные результаты, он посвятил основную часть выступления освещению новых задач.

Крупнейшим мероприятием в научной жизни послевоенного периода стал Международный геофизический год (1957—1958). К этому времени в нашей стране под

руководством Королева были созданы управляемые баллистические ракеты дальнего действия Р-2, во всех отношениях превосходящие ракеты Р-1. В дальнейшем были созданы геофизические ракеты второго поколения В-2.

Первый запуск ракеты В-2 был осуществлен в 1957 г. Полезный груз массой 2200 кг, расположенный в головной части и двух боковых контейнерах, был поднят на высоту 222 км и успешно возвращен на Землю.

Затем была создана геофизическая ракета В-5А. Первый запуск ракеты в 1958 г. был ознаменован рекордным результатом для одноступенчатых летательных аппаратов: полезный груз массой 1520 кг был поднят на высоту 473 км. Эксперименты с помощью ракеты В-5А дали ценнейший материал для проектирования систем жизнеобеспечения и парашютных систем спасения для космического полета человека. Всего было осуществлено 25 запусков ракет этой серии, во время которых достигались высоты до 512 км. На ракете В-5А был установлен жидкостный ракетный двигатель РД-103. В качестве топлива использовались азотная кислота и керосин. Стартовая масса ракеты составляла около 29 т.

Геофизическая ракета В-11А была разработана на высококипящем топливе, позволявшем хранить и транспортировать ее в заправленном состоянии. Обладавшая почти втрое меньшей стартовой массой ракета была гораздо удобнее, чем прежние, в эксплуатации. Она была оснащена двигательной установкой конструкции А. М. Исаева с однокамерным азотнокислотно-керосиновым жидкостным ракетным двигателем.

Уже в начале 50-х годов наша ракетостроительная промышленность завершила большой объем научно-исследовательских и проектных работ по эскизному проекту управляемой БРДД Р-3. Машина при стартовой массе 72 т, длине 27 м и диаметре 2,8 м должна была переносить полезный груз 3 т на расстояние 3 тыс. км. В процессе проектирования было показано, что пакет из соединенных параллельно ракет Р-3 сможет вывести на орбиту небольшой искусственный спутник Земли. Однако главный конструктор ракеты Королев после успешной защиты проекта выступил с предложением отказаться от его реализации, сразу же приступив к разработке проекта еще более грандиозной ракеты, рассчитанной на меж-

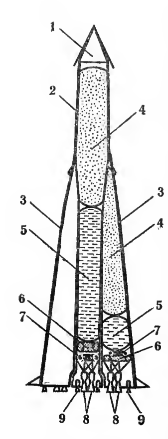


Рис. 13. Двухступенчатая ракета-носитель «Спутник» с двигателями РД-107 и РД-108:

1 — головной блок, состоящий из искусственного спутника Земли под обтекателем; 2 — центральный блок; 3 — боковой блок; 4 — бак с окислителем; 5 — бак с горючим; 6 — бак с перекисью водорода; 7 — бзк с жидким азотом; 8 — основная камера жидкостного ракетного двигателя; 9 — рулевая камера

контииентальную дальность полета с тем же полетным грузом.

Это было поистине историческое предложеиие, резко приблизившее сроки космических полетов. С середииы 50-х годов осиовные силы отечествеииого ракетостроеиия были сосредоточеиы иа создаиии межкоитииеитальиой баллистической ракеты, которая должна была стать основой космической ракеты-иосителя большой грузоподъемности. Программа создания межкоитииеитальиой баллистической ракеты по количеству и уровию привлечеииых к ее выполиеиию НИИ, КБ и заводов не имела себе равиых во всей истории мировой техиики.

В августе 1957 г. первая в мире межкоитииеитальиая баллистическая ракета, создаииая в СССР, совершила успешиый полет иа межкоитииеитальиую дальность. Параллельио на ее основе создавалась первая в мире ракета-иоситель «Спутиик» (рис. 13), которая в октябре того же года впервые достигла космической скорости и вывела на орбиту первое искусствеииое иебесиое тело. Создаиие ракеты «Спутиик» было поистиие революциониым, качествеииым скачком в развитии мировой техиики. Оиа позволила узиать миого сокровеииых тайн природы.

Первый искусствеииый спутник Земли представлял

собой шар из алюминиевого сплава диаметром 58 см. Его масса равнялась 83,6 кг. Мощная ракета подняла его на 947 км над Землей (в апогее орбиты). Значение этого события трудно переоценить.

В ноябре 1957 г. на орбиту был выведен новый спутник. Второй спутник был обитаем. В специальном контейнере находилась собака Лайка. Герметичная кабина с животным была оборудована системой кондиционирования воздуха, запасом кислорода, пищи, приборами для изучения жизнедеятельности живого существа в условиях космического полета. В течение недели с помощью многочисленных датчиков Лайка «рассказывала» по телеметрическим каналам о своем самочувствии в необычных условиях.

Полностью грузоподъемность двухступенчатой ракеты «Спутник» была использована в мае 1958 г., когда ракета вывела на орбиту третий советский искусственный спутник Земли — автоматическую орбитальную станцию массой 1327 кг.

Упорная работа по изучению проблем космического полета продолжалась.

В 1956 г. С. П. Королев создал в своей организации проектный отдел по разработке разных типов искусственных спутников Земли, автоматических межпланетных станций и пилотируемых кораблей. Начальником отдела стал Михаил Клавдиевич Тихонравов, прошедший путь от работы над первыми простейшими жидкостными ракетами до руководства созданием космических аппаратов.

17 сентября 1957 г. в докладе, посвященном столетию со дня рождения К. Э. Циолковского, Королев заявил: «Советские ученые работают над проблемой посылки ракет на Луну и облета Луны, над проблемой полета человека на ракете».

Расчеты показали, что при снабжении ракеты «Спутник» третьей ступенью с однокамерным жидкостным ракетным двигателем, созданным совместно коллективами, руководимыми С. П. Королевым и С. А. Косбергом, ее возможности резко возрастут: примерно в 3 раза увеличится масса полезной нагрузки, будет достигнута вторая космическая скорость.

2 января 1959 г. совершила первый полет советская трехступенчатая ракета «Восток» (рис. 14). Она вывела

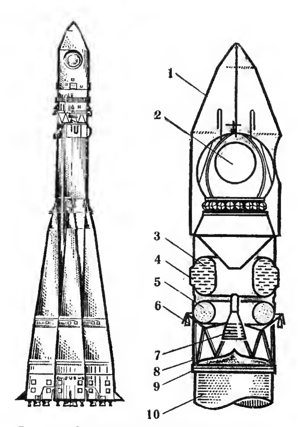


Рис. 14. Общий вид трехступенчатой ракеты-носителя «Восток» и схема головного блока:

1 — головной обтекатель; 2 — полезный груз; 3 — кислородный бак; 4 — экран; 5 — керосиновый бак; 6 — управляющее сопло; 7 — жидкостный ракетный двигатель; 8 — переходная ферма; 9 — отражатель; 10 — приборный отсек центрального блока

на околосолнечную орбиту автоматическую межпланетную станцию «Луна-1».

В конструкторском бюро Королева шла упорная работа над космическим кораблем «Восток» — частью одноименной ракетно-космической системы.

12 апреля 1961 г. Ю. А. Гагарин совершил первый в мире космический полет вокруг Земли. Свершилась заветная мечта человечества — сын Земли проник в косми-

ческое пространство. Слава о герое-космонавте из Страны Советов облетела всю планету. Полет корабля «Восток» длился 108 мин. Эти минуты навечно вошли в историю человечества, так же как и имя первого космонавта Юрия Алексеевича Гагарина.

С начала запуска первого искусственного спутника Земли прошло более четверти века. За это время космонавтика достигла огромных успехов. Одним из показателей масштабов ее развития может служить количество автоматических и пилотируемых объектов, выведенных в космическое пространство. К 1982 г. на орбиты спутников Земли было запущено более 2500, а на межпланетные орбиты — более 130 объектов. На геостационарных орбитах над экватором находится около 50 спутников связи.

Только в Советском Союзе к середине 1982 г. на геоцентрические орбиты было выведено более 1732 аппаратов, 54 аппарата совершили полеты к Луне, Венере, Марсу, произвели на них посадку, вышли на орбиты спутников этих небесных тел и Солнца.

К началу 1982 г. на геоцентрических орбитах находились 621 советский спутник, 426 американских, 10 французских, 21 японский спутник и др.

РАКЕТНЫЕ «ПОЕЗДА»

Космическая ракета представляет собой сложное сооружение, состоящее из тысяч деталей, каждая из которых выполняет предназначенную ей роль. Сердцем ракеты является двигательная установка. Это силовой агрегат, обеспечивающий разгон ракеты до заданной скорости.

Но ракете необходимо сообщить не только скорость, но и направление. Даже небольшое отклонение от маршрута может привести к значительному изменению траектории полета. Поэтому все ракеты подчиняются системе управления полетом. Система управления подает сигналы, эти сигналы передаются на органы управления ракетой, заставляя ее изменить направление или положение в пространстве. Если двигательную установку мы называли сердцем ракеты, то система управления — ее голова, ее нервы.

Первые системы управления разрабатывались в нашей стране под руководством Николая Алексеевича Пилюгина. Сегодняшние системы управления отличаются большим техническим совершенством и разнообразием.

Уже первые полеты ракет показали, что противостоять силам природы может только автоматически действующая система управления. Для этого ракета должна быть снабжена прежде всего приборами, обеспечивающими постоянную ориентацию в пространстве, т. е. автоматом стабилизации. Первые автоматы стабилизации были созданы в начале нашего века для управления движением морских торпед. Они получили дальнейшее развитие в авиации в автопилотах. Их основные принципы и были взяты за основу при создании автоматов стабилизации для ракет.

В каждой ракете размещен полезный груз — то, ради чего, собственно, запускается ракета. Характер полезного груза может быть самым разным в зависимости от назначения ракеты: это могут быть космический корабль с космонавтами, беспилотный искусственный спутник Земли, секции орбитальной станции, которые затем будут собраны в единое целое.

Двигатель ракеты работает ограниченное время. Очень быстро набрать заданную скорость можно, только увеличивая отношение тяги двигателя к весу ракеты. Это отношение называется тяговооруженностью.

В 1903 г. К. Э. Циолковский впервые установил зависимость конечной скорости, которую может достичь ракета, от количества находящегося на ее борту топлива и от скорости истечения продуктов его сгорания (газов) из ракетного двигателя. При приближенных расчетах он исходил из того, что сила тяжести и сопротивление воздушной среды отсутствуют.

Найденную зависимость он выразил формулой:

$$v_{кон} = W ln \frac{M_{нач}}{M_{кон}},$$

где $v_{кон}$ — конечная скорость ракеты, т. е. та скорость, которую приобретает ракета после сгорания всего запасенного в ней топлива при условии разгона ее в космическом пространстве; обычно эту скорость называют характеристической, или идеальной, подчеркивая тем самым, что, хотя в действительности она и не достигается,

однако в неких идеальных условиях ее все же можно было бы получить; она измеряется в м/с или км/с;

W — скорость истечения газов из ракетного двигателя;

$M_{нач}$ — начальная масса ракеты, так называемая стартовая ее масса, включающая массу конструкции, запаса топлива и полезного груза;

$M_{кон}$ — конечная масса ракеты, т. е. масса ее после израсходования топлива;

ln — натуральный логарифм, связанный с десятичным логарифмом соотношением $ln = 2{,}3\ lgN$ (здесь N — любое число).

Очевидно, что начальная масса ракеты

$$M_{нач} = M_{кон} + M_{топ},$$

где $M_{топ}$ — масса топлива.

Формулу Циолковского можно представить и в таком виде:

$$v_{кон} = W ln \frac{M_{кон} + M_{топ}}{M_{кон}} = W ln\left(1 + \frac{M_{топ}}{M_{кон}}\right).$$

Отношение $\frac{M_{топ}}{M_{кон}} = Kц$ называют числом Циолковского. Вполне очевидно, что, чем больше топлива имеет ракета, тем больше это число и, естественно, тем больше ее конечная скорость. Заметим, что речь идет не об абсолютном запасе топлива, а об отношении массы топлива к массе полезного груза и конструкции ракеты. Отсюда следует: чтобы ракета смогла достичь возможно большой скорости полета, ее надо сделать как можно легче, дабы возможно большая доля начальной массы приходилась на топливо и полезный груз.

Большое количество проведенных в 30-е — 40-е годы теоретических расчетов траекторий движения космических ракет позволило установить близкие к оптимальным потери на гравитацию и сопротивление воздушной среды. Поэтому для предварительных проектных оценок конечную скорость в формуле Циолковского принимали равной не 7900 м/с, а 9500 м/с.

Таким образом, с учетом силы притяжения и сопротивления воздушной среды конечная скорость ракеты определится выражением:

$$v_{кон} = AW\, 2{,}3 lg \frac{M_{нач}}{M_{кон}},$$

где A — некоторый коэффициент, больший, чем единица.

У современных ракет относительная масса топлива достигает 90% ее начальной массы. На все остальное (полезный груз, органы управления, двигатели, баки, прочие элементы конструкции) приходится только 10% полной массы. Что это значит, можно уяснить из следующих примеров. Масса содержимого яйца, т. е. белка и желтка, вместе взятых, в 10 раз превышает массу скорлупы. Ведро массой около 1 кг вмещает 10—12 л воды. При этом следует иметь в виду, что ракета имеет силовые установки и другие сложные системы, управляющие ее полетом, и к тому же несет полезный груз. Следовательно, оболочка ракеты должна быть очень легкой и вместе с тем прочной, чтобы выдержать возникающие в полете нагрузки.

По приведенным формулам нетрудно подсчитать максимально возможную скорость полета ракеты. Возьмем для примера отношение масс, равное 10, при скорости истечения газов 3000—3500 м/с. Максимально достижимая скорость будет 8,05 км/с и 10,35 км/с.

Тяга двигателя связана со скоростью истечения газов известной формулой:

$$F = Wm,$$

где F — величина силы тяги;

W — скорость истечения газов;

m — величина массы, расходуемая в единицу времени (секундный расход массы).

Если в формуле скорость истечения измерять в метрах в секунду, а секундный расход массы — в килограммах в секунду, то будет получена величина тяги в ньютонах (Н). Таким образом, увеличение скорости истечения газов и скорости расходования рабочего тела повышает тягу.

Совершенство двигателя и эффективность его работы характеризуется удельной тягой (удельным импульсом) $I_{уд}$, которая может быть получена, если израсходовать 1 кг топлива за 1 с (в технической системе единиц размерность удельной тяги определяется в секундах).

Скорость истечения газов из сопла ракетного двигателя зависит от их температуры и молекулярного веса. Чем выше температура, тем больше эта скорость. Молекулярный вес продуктов сгорания рабочего тела, напротив, желательно иметь как можно меньше: с его уменьшением скорость истечения газов возрастает. С этой точки зрения

наилучшим горючим считают жидкий водород. Он обладает большой теплотворной способностью, обеспечивая высокую температуру продуктов сгорания, и самым низким молекулярным весом из всех веществ, известных на Земле.

Если скорость истечения газов равна 3500 м/с, то двигатель, в котором в каждую секунду сгорает, допустим, 100 кг топлива, разовьет тягу $F = 100 \cdot 3500 = 350$ тыс. даН (35 тс). Так как тяга современных ракетных двигателей достигает огромной величины, исчисляемой сотнями и тысячами тонн, то для них необходимы очень большие запасы топлива.

Циолковский дал теоретическое обоснование, казалось бы, неразрешимой задаче — в полете освобождаться от тех частей ракет, которые стали ненужными.

Ракета должна состоять из ряда связанных самостоятельных ракет. Ракетный «поезд» работает следующим образом. При взлете включаются двигатели самой мощной — первой — ступени, которая уносит сооружение на большую высоту и сообщает ему большую скорость. Когда все топливо в этой ступени израсходовано, она отбрасывается. В то же мгновение начинают работать двигатели второй ступени, которые продолжают увеличивать скорость оставшейся части «поезда», пока и в этой ступени не кончится топливо, после этого она также отделяется, и включается двигатель третьей ступени, который сообщает оставшейся части ракеты заданную скорость и выводит ее на расчетную высоту, и т. д.

Для многоступенчатой ракеты формула Циолковского примет следующий вид:

$$v_n = nWln(1 + K_{Ц}),$$

где n — количество ступеней ракеты.

Если учитывать действие сил тяжести и сопротивление воздуха, то окончательная формула для скорости, которую приобретает многоступенчатая ракета, получит следующее выражение:

$$v_n = AnWln(1 + K_{Ц}).$$

«ЛОКОМОТИВЫ» ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ ТРАСС

Жидкостный ракетный двигатель, как уже упоминалось, был обоснован Циолковским в 1903 г. Свои идеи он изложил в классической работе «Исследование мировых пространств реактивными приборами». В этой работе впервые приведена принципиальная схема ракетного двигателя, работающего на жидком топливе.

Принцип работы двигателя можно понять, рассмотрев схему ракеты с таким двигателем. Двигатель работает на жидком топливе, одной частью которого является горючее (бензин, керосин и т. п.), а другой — жидкий кислород, используемый в качестве окислителя. Насосы подают обе жидкости в камеру сгорания. Образующиеся при сгорании раскаленные газы выбрасываются наружу с большой скоростью, создавая реактивную тягу, необходимую для полета корабля.

По виду используемой энергии двигательные установки космических аппаратов могут быть четырех типов: термохимические, ядерные, электрические, солнечно-парусные. Каждый из указанных типов имеет свои преимущества. В настоящее время космические корабли, орбитальные станции и беспилотные спутники Земли выводятся в космос ракетами, оснащенными мощными термохимическими двигателями. Термохимические ракетные двигатели можно классифицировать в зависимости от применяемого топлива. Это, как уже говорилось, жидкостные ракетные двигатели, работающие на жидком топливе, и твердотопливные ракетные двигатели, использующие специальные ракетные пороха.

Современный жидкостный ракетный двигатель (рис. 15) состоит из камеры сгорания с соплом, турбонасосного агрегата, газогенератора или парогазогенератора, системы автоматики и органов управления. Топливо для двигателя может быть однокомпонентным (перекись водорода, гидразин и др.), двухкомпонентным и многокомпонентным. Известно, что всюду, где происходит сгорание, самое активное участие принимает кислород. В космическом пространстве кислорода нет, поэтому для работы ракетных двигателей там необходим окислитель.

Горючее вступает в химическую реакцию окисления (горения) при взаимодействии с окислителем. Жидкие го-

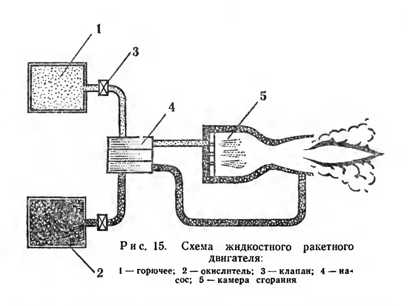


Рис. 15. Схема жидкостного ракетного двигателя:

1 — горючее; 2 — окислитель; 3 — клапан; 4 — насос; 5 — камера сгорания

рючие делятся на углеводороды (керосин, скипидар и др.), азотоводороды (гидразин, аммиак и др.), бороводороды (диметилгидразин, спирты, эфиры и др.), жидкий водород.

Химические реакции, которые способны протекать в ракетных двигателях, можно разделить на три основные группы: реакции разложения, окислительно-восстановительные реакции и реакции рекомбинации.

Реакция разложения — это группа реакций с наименьшим энергетическим уровнем (2500—3300 кДж/кг топлива — 600—800 ккал/кг топлива). Техническое применение в ракетной технике находят перекись водорода, гидразин, диметилгидразин и др. Реакция развивается в результате контакта с катализатором или воздействия теплового импульса.

Окислительно-восстановительные реакции по своему энергетическому уровню значительно выше реакций разложения. Они обеспечивают тепловыделение в среднем от 8300 до 12 500 кДж/кг (2000—3000 ккал/кг) топлива.

Реакции рекомбинации протекают между свободными радикалами по схеме: свободные радикалы или вещества в атомарном состоянии — молекулярное состояние веще-

ства плюс тепло. Тепловыделение составляет в среднем 215 тыс. кДж/кг (51 300 ккал/кг) топлива, т. е. на порядок выше, чем при окислительно-восстановительных реакциях. К сожалению, мы еще не научились дешево и просто получать и надежно сохранять вещества в атомарном состоянии, поэтому этот вид реакций пока является гипотетическим. За годы работы в этой области удалось добиться концентрации свободных радикалов, не превышающей десятые доли процента. Тем не менее те преимущества, которые может дать применение свободных радикалов, стимулируют дальнейшие исследования.

Существуют миниатюрные термохимические двигатели малой тяги — уменьшенная копия мощных двигателей. Некоторые из них могут уместиться на ладони. Тяга таких двигателей очень мала, но и этой силы бывает достаточно, чтобы управлять положением корабля в пространстве.

Горючее и окислитель для жидкостных ракетных двигателей хранятся раздельно. При их соединении в камере сгорания развиваются температура до 3000—4500°С, давление до 5—20 МПа (50—200 кгс/см^2). Продукты сгорания, расширяясь, стремительно вылетают со скоростью 2500—4500 м/с. Отталкиваясь от корпуса двигателя, они создают реактивную тягу. Чем больше масса и скорость истечения газов, тем больше тяга двигателя.

Насосы подают топливо к головке двигателя, в которой смонтировано большое количество форсунок: через одни в камеру впрыскивается окислитель, через другие — горючее.

При сгорании топлива развиваются большие тепловые потоки, нагревающие стенки двигателя. Если стенки камеры не охлаждать, то она быстро прогорит. Жидкостные ракетные двигатели, как правило, охлаждают одним из компонентов топлива. Для этого камеру делают двухстеночной. В зазоре между стенками протекает холодный компонент топлива.

Удельная тяга хорошо известной пары, состоящей из азотной кислоты и керосина,— 235 с. Значительно большей удельной тягой (345 с) обладает другая пара — жидкий фтор и гидразин.

В реактивной струе двигателя, работающего на жидком кислороде и жидком водороде, газы мчатся со скоростью более 4 км/с. Температура струи около 3 тыс.°С.

Струя эта состоит из перегретого водяного пара, который образуется при сгорании водорода и кислорода.

Удельная тяга растет с увеличением скорости струи газов. А эта скорость в основном зависит от температуры расширяющихся газов и от их среднего молекулярного веса: чем больше температура и чем меньше молекулярный вес, тем больше скорость истечения. С точностью до 10% она пропорциональна $\sqrt{\frac{T}{M}}$, где T — абсолютная температура, а M — средний молекулярный вес продуктов истечения. Температура должна быть по возможности больше, а молекулярный вес — меньше.

Чтобы превратить кислород в жидкость, его, как известно, нужно охладить до температуры минус 183° С. Однако сжиженный кислород легко и быстро испаряется, даже если его хранить в специальных теплоизолированных сосудах. Поэтому нельзя, например, долго держать снаряженной ракету, двигатель которой работает на жидком кислороде. Приходится заправлять кислородный бак ракеты непосредственно перед пуском.

Азотная кислота не обладает таким недостатком, поэтому считается «сохраняющимся» окислителем. Этим в большой степени объясняется ее прочное положение в ракетной технике, несмотря на существенно меньшую удельную тягу, которую она обеспечивает.

Использование наиболее сильного из окислителей — фтора — позволит существенно увеличить эффективность жидкостных ракетных двигателей.

Когда-то Цандер предложил использовать в качестве горючего для ракет легкие металлы — литий, берилий и др., в особенности как добавку к топливу, например к водородно-кислородному. Подобные тройные композиции способны, пожалуй, обеспечить наиболее возможную для химических топлив скорость истечения — до 5 км/с.

Ракетный термохимический двигатель на твердом топливе был создан прежде жидкостного. В нашей стране им были оснащены многозарядные минометы — легендарные «катюши». Специальный порох находился здесь непосредственно в камере сгорания.

По удельной тяге твердые топлива на 10—30% уступают жидким, тем не менее у ракетных двигателей на твердом топливе немало преимуществ — они просты в изготовлении, могут долгое время сохраняться и т. п.

Один из основных недостатков ракетных двигателей, работающих на жидком топливе, как уже говорилось, связан с ограниченной скоростью истечения газов. Принцип действия ядерных ракетных двигателей почти не отличается от принципа действия термохимических двигателей. Разница лишь в том, что рабочее тело нагревается не за счет собственной химической энергии, а за счет тепла, выделяющегося при внутриядерной реакции. Рабочее тело пропускается через ядерный реактор, в котором происходит реакция деления атомных ядер, при этом оно нагревается.

Отпадает необходимость в окислителе. В качестве рабочего тела целесообразно применять вещества, обладающие большой удельной тягой. Такому условию наиболее полно удовлетворяют водород, аммиак, гидразин и вода. Особенно высокие значения удельных импульсов (до 900 с) можно получить, применяя жидкий водород.

Процессы, при которых выделяется ядерная энергия, это радиоактивные превращения, реакции деления тяжелых ядер и синтеза легких ядер.

Радиоактивные превращения реализуются в так называемых изотопных источниках энергии. Удельная массовая энергия (энергия, которую может выделить 1 кг массы) искусственных радиоактивных изотопов значительно выше, чем у химических топлив. Так, у полония-210 она составляет 500 млн. кДж/кг.

К сожалению, применять подобные двигатели на космических ракетах-носителях пока нерационально по причинам дороговизны изотопного вещества и трудностей эксплуатации.

Ядерные реакторы деления тяжелых ядер используют более энергопроизводительное топливо, чем изотопы. (Так, удельная массовая энергия урана-235 равна 6,75 млрд. кДж/кг.) Эти двигатели работают не постоянно, их можно «включать» и «выключать», горючее значительно дешевле изотопного.

Простейшая схема ядерного ракетного двигателя с реактором, работающим на твердом ядерном горючем, показана на рис. 16. Рабочее тело помещено в бак. Насос подает рабочее тело в камеру двигателя. Распыляясь с помощью форсунок, оно вступает в контакт с тепловыделяющим ядерным горючим, нагревается, расширяется и с

Рис. 16. Схема ядерного ракетного двигателя:
1 — бак с рабочим телом; 2 — насос; 3 — атомный реактор

большой скоростью выбрасывается через сопло наружу.

Практические разработки ядерного ракетного двигателя, использующего твердое ядерное горючее, были начаты в середине 50-х годов одновременно с введением в строй первых атомных электростанций. В космосе уже побывали американская установка СНАП-10А и советская «Топаз».

Существуют проекты ядерных ракетных двигателей, у которых делящееся вещество находится в жидком, газообразном или даже плазменном состоянии. Удельный импульс таких двигателей в случае применения в качестве рабочего тела водорода может быть очень высоким, однако реализация подобных проектов встречает многочисленные трудности, которые нелегко преодолеть.

Почему энергетические установки на ядерном горючем имеют большую массу? Такая установка при работе выделяет большое количество излучений, состоящих главным образом из нейтронов и гамма-лучей. В земных условиях атомный реактор, являющийся главной частью атомных электростанций, в целях безопасности окружают толстыми бетонными стенами. Конечно, такой вид защиты не пригоден для применения на космических летательных аппаратах.

Возможно, ядерная энергетическая установка во время работы в космосе должна находиться не на борту, а на некотором отдалении от космического летательного аппарата. При такой схеме нейтроны и гамма-лучи будут рассеиваться в космическом пространстве. И все же какая-то

часть излучений будет попадать в помещение, где находятся люди.

Экран, защищающий человека от потока заряженных частиц и гамма-лучей, может быть сделан из свинца. Взаимодействуя с электронными оболочками его атомов, излучения быстро гаснут. Но для нейтронов даже толстые свинцовые стены не преграда. Зато эти частицы сильно поглощаются ядрами атомов некоторых элементов — кадмия, гафния, гадолиния. Тонкая пластина из этих металлов преграждает путь почти всем нейтронам.

Каким должен быть ракетный двигатель, использующий термоядерную реакцию синтеза? Предварительные исследования показывают, что он должен обладать уникальными характеристиками. Так, его удельная тяга в несколько десятков раз выше удельной тяги самых перспективных термохимических двигателей и существенно больше удельной тяги ядерных двигателей.

Для работы термоядерного ракетного двигателя не будет нужно возить с собой запасы рабочего тела — ведь водород является основным компонентом окружающей космической среды. Надо будет только научиться его улавливать в процессе полета и подавать в камеру двигателя.

Весьма перспективной может оказаться идея использования энергии большого количества малых ядерных зарядов (в том числе и термоядерных), находящихся на борту ракеты. Ядерные заряды будут последовательно выбрасываться из ракеты и действовать на некотором расстоянии от нее. При каждом взрыве часть расширяющихся газообразных продуктов с высокой скоростью станет ударять об основание ракеты. Под действием удара ракета будет двигаться вперед с большим ускорением.

Итак, для вывода на орбиту космической ракеты необходимы двигатели, развивающие огромную тягу. Совсем другое дело двигательные установки для уже выведенных на орбиту космических аппаратов. Здесь, как правило, нужны двигатели малой тяги, мощность которых может измеряться киловаттами и даже ваттами. Наиболее универсальными и простыми двигателями, удовлетворяющими этим требованиям, являются электрические ракетные двигатели.

Разгон рабочего тела до определенной скорости в данном случае производится за счет электрической энергии.

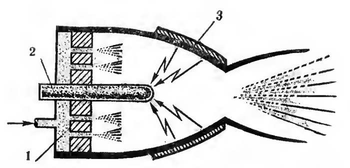


Рис. 17. Схема электротермического ракетного двигателя:
1 — отверстия для подачи рабочего тела; 2 — электрод (катод); 3 — анод

Энергия поступает от бортового источника — панелей солнечных батарей или атомной электростанции. Основоположник отечественного ракетного двигателестроения академик В. П. Глушко предложил проект, предусматривающий крупномасштабное использование солнечной радиации, с последующим преобразованием ее в электрическую энергию, для питания силовой установки гелиоракетоплана.

Схемы разрабатываемых электрических двигателей вообще чрезвычайно разнообразны. В электротермическом ракетном двигателе (рис. 17) рабочее тело (твердое или газы с малым молекулярным весом — гелий, водород и др.) нагревается до высокой температуры с помощью электрической дуги.

Нагретое до высокой температуры рабочее тело превращается в плазму — электрически нейтральную смесь положительных ионов и электронов. При лабораторных испытаниях электротермических (электродуговых) двигателей достигнута скорость истечения струи 15—20 км/с. Если удастся осуществить магнитную изоляцию плазмы от стенок камеры, то температуру плазмы можно будет значительно увеличить и скорость истечения довести до 100 км/с.

Еще более совершенен проект электромагнитного (плазменного) ракетного двигателя, в котором рабочее тело превращается в плазму и ускоряется с помощью воздействующего на нее электромагнитного поля. В таких двигателях возможно получение скоростей истечения в

сотии километров в секуиду. Плазменные двигатели уже проверены в космическом полете. Запущенная в конце 1964 г. к Марсу межпланетная автоматическая станция «Зонд-2» имела шесть небольших плазменных двигателей.

Другим представителем современного электрического ракетного двигателя может стать электростатический (ионный) ракетный двигатель, в котором рабочее тело (цезий, рубидий, ртуть, аргон и т. п.) сначала путем подогрева подвергается ионизации, после чего образовавшиеся положительные ионы ускоряются в сильном электростатическом поле до скоростей в десятки и сотни километров в секунду. С помощью специального устройства (эмиттера) производится нейтрализация реактивной струи электронами.

Мы только что упоминали первый в мире электрический ракетный двигатель, разработанный в 1929—1933 гг. в Советском Союзе В. П. Глушко в знаменитой Газодинамической лаборатории. Этот двигатель на треть века опередил ход развития науки и техники.

Электрические ракетные двигатели отличаются простой регулировкой тяги, в этом одно из важных их преимуществ. Основной их недостаток в том, что необходимо иметь на борту источник электроэнергии.

У жидкостного ракетного двигателя источник энергии и рабочее тело нераздельны. Максимальная мощность, развиваемая современными жидкостными ракетными двигателями, огромна. Если поставить перед электрическими ракетными двигателями задачу создания такой мощности, то надо будет брать на борт электростанцию более мощную, чем Братская ГЭС!

Однако мы уже говорили, что электрические ракетные двигатели — это двигатели малой тяги, для старта непригодные. Поэтому требования к мощности снижаются, но не исчезают: подсчеты показывают, что при тяге всего 100 г мощность бортовой электростанции должна быть не меньше 3 кВт. В этом и состоит основная трудность использования электрических ракетных двигателей.

Жидкостные ракетные двигатели большой мощности работают считанные минуты — за это время они успевают полностью израсходовать рабочее тело. Электрические ракетные двигатели куда более экономичны и могут действовать непрерывно многие недели и даже месяцы.

В наше время увидеть на море большое парусное судно — редкость, увидишь разве что учебное. Корветы и бригантины безвозвратно ушли в прошлое. Тем удивительнее возрождение парусов в самой современной области человеческой деятельности — в космонавтике. Только паруса для космических «парусников» будут особенными — очень большими по площади и вместе с тем предельно легкими. И надувать эти паруса будут не морские бризы или штормы, а давление солнечного света.

Русский физик П. Н. Лебедев еще в 1899 г. опытным путем доказал, что солнечный свет оказывает давление на тела. В земной обстановке это давление почти никак себя не проявляет — величина его ничтожна. На каждый квадратный метр земной поверхности солнечные лучи давят с силой около 1 мг.

Иное дело в космосе. Представьте себе космический межпланетный корабль, единственный двигатель которого парус. Расчеты показывают, что аппарат с массой 0,5 т, снабженный парусом диаметром 300 м, способен развить ускорение около 0,0001 g. Стартуя с земной орбиты, такая космическая бригантина доберется до Марса за 286 сут. Если сделать парус диаметром 2 км, то с его помощью космический аппарат массой 5 т может даже покинуть Солнечную систему. Словом, создание космического парусного флота — весьма привлекательная идея. Космические бригантины смогут маневрировать не менее успешно, чем их земные предшественницы. Однако с удалением от Солнца эффективность солнечного паруса станет уменьшаться.

Из чего можно сделать солнечный парус? Материал должен быть легким (квадратный метр не тяжелее 3 г), прочным, устойчивым к радиации, выдерживать нагрев по крайней мере до 300° С и охлаждение почти до абсолютного нуля. Наконец, материал этот не должен испаряться в сверхглубоком вакууме.

Исследования показали, что таким жестким требованиям может удовлетворять полиэфирная пленка, на одну сторону которой должен быть напылен тончайший (толщиной менее 10 мкм) светоотражающий слой алюминия, а на другую — слой вещества, способствующего рассеянию тепла, например, окиси кремния.

Космический аппарат с солнечным парусом использует для своего полета внешнюю энергию — солнечное излу-

чение. Это же излучение можно сделать основным источником энергии и в другом устройстве — гелиотермическом двигателе. Вогнутое параболическое или сферическое зеркало собирает солнечные лучи на трубчатом нагревателе, внутри которого находится рабочее тело — жидкий водород. Нагреваясь, он превращается в газ, вытекающий из сопла со скоростью до 9 км/с. Подсчитано, что гелиотермические двигатели смогут развивать ускорение до 0,01 g. Таким образом, и они будут двигателями малой тяги, использующими для своей работы внешние источники энергии. В этом и состоит их главное достоинство.

Еще один эффективный способ запуска полезных грузов в космос связан с использованием лазеров. В основу лазерного ракетного двигателя положен принцип внешнего подвода энергии с помощью пучка хорошо сфокусированного лазерного излучения для нагрева рабочего вещества, размещенного на борту летательного аппарата. Ориентация передатчика и приемника энергии достигается системой слежения с обратной связью. При этом лазерный источник излучения может располагаться как на поверхности Земли, так и в космосе.

С помощью лазерного излучения рабочее тело разогревается до очень высоких температур и выбрасывается наружу с большой скоростью. В качестве рабочего тела может быть использована вода.

Существуют различные схемы лазерных ракетных двигателей. Согласно одной из них лазерный луч поступает в двигатель через боковое отверстие и попадает на фокусирующее зеркало, которое отклоняет его и направляет в камеру. Рабочее вещество подается из бака в камеру двигателя, где оно разогревается с помощью энергии лазерного излучения. Образующаяся в зоне нагрева высокотемпературная плазма истекает через сопло, где создается реактивная тяга.

Первичными поставщиками энергии для двигателя могут служить солнечные космические электростанции. При сооружении на Земле специального накопителя энергии масса выводимых на орбиту полезных грузов может быть существенно увеличена. Поэтому двигатели такого типа могут быть использованы как маршевые при старте ракеты.

ОТ «ВОСТОКА» ДО «СОЮЗА»

Как известно, все шесть полетов космических кораблей «Восток» прошли безукоризнено. Навсегда вошли в историю имена героев-космонавтов Ю. А. Гагарина, Г. С. Титова, А. Г. Николаева, П. Р. Поповича, В. Ф. Быковского, В. В. Терешковой, внесших большой вклад в познание тайн космоса.

Трехступенчатая ракета-носитель «Восток» состоит из четырех боковых блоков (первая ступень), расположенных вокруг центрального блока (вторая ступень). Над центральным блоком помещена третья ступень ракеты. На каждом из блоков первой ступени был установлен четырехкамерный жидкостный ракетный двигатель РД-107, а на второй ступени — четырехкамерный жидкостный ракетный двигатель РД-108. Эти двигатели, созданные в ГДЛ-ОКБ, используются в отечественной космонавтике с 1957 г. до настоящего времени. На третьей ступени установлен однокамерный жидкостный ракетный двигатель с тягой 5 тыс. даН (5 тс).

Ракета-носитель «Восток» широко применялась для запуска многих автоматических искусственных спутников Земли серий «Электрон», «Метеор», «Полет», «Космос».

В КБ С. П. Королева, работавшем в тесном сотрудничестве со многими научно-исследовательскими институтами Академии наук СССР и ряда отраслей промышленности, оснащенными передовой вычислительной техникой, были произведены углубленные теоретические и экспериментальные исследования по совершенствованию ракет. В результате появилось множество оригинальных конструктивных и технологических решений. Проектные расчеты показали, что может быть осуществлена более совершенная третья ступень для космической ракеты-носителя, чем созданная для «Востока».

В отличие от прежней третьей ступени, называвшейся ракетным блоком Е, новая стала обозначаться как блок И. Благодаря примененным сферическим бакам, имеющим наименьший вес на единицу объема при том же диаметре, что и у блока Е, и вдвое большей длине, на блоке И удалось запасти в 4 раза больше топлива. Это позволило увеличить массу полезного груза на 25%. Именно этой части массы не хватало, чтобы поставить на ракету четвертую ступень, обеспечивающую запуск космических ап-

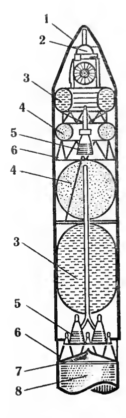


Рис. 18. Схема головного блока четырехступенчатой ракеты-носителя «Молния»:
1 — головной обтекатель; 2 — полезный груз; 3 — бак окислителя; 4 — бак горючего; 5 — жидкостный ракетный двигатель; 6 — переходная ферма; 7 — отражатель; 8 — приборный отсек центрального блока

паратов с промежуточной орбиты. На третью ступень пришлось установить более мощный четырехкамерный жидкостпый ракетный двигатель.

Масса, которой сообщалась вторая космическая скорость, увеличилась почти в 5 раз. Это позволило запускать в космос гораздо более оснащенные стаиции, снабженные собственной двигательной установкой и аппаратурой для коррекции траектории. Для таких станций становилась реальной задача полета ие только к Луие, ио и к Венере и Марсу. Применеиие орбитальиой ступени давало также возможность выводить спутники большой массы иа гораздо более разнообразные по местоположению и высоте перигея и апогея орбиты, что открывало широкие перспективы применения спутников в иародном хозяйстве.

Замаичивой была идея создания спутника — ретраислятора передач. Выведенный на стационарную орбиту над экватором, ои мог обеспечить радиотелесвязью почти всю страну. Но баллистический анализ показал, что из-за большого удаления территории СССР от экватора масса, которую может вывести на стационариую орбиту новая ракета, все-таки иедостаточна для создания спутиика связи. И тогда появился проект «Молния». Молодые инженеры из КБ Королева предложили вместо одного стационарного спутника запустить три высокоапогейных спутника, которые, смеияя друг друга, могли бы обеспечивать круглосуточную связь Москвы с любой точкой северного полушария.

Рис. 19. Трехступенчатая ракета-носитель «Союз»:

1 — двигательная установка системы аварийного спасения; 2 — верхняя часть головного обтекателя; 3 — решетчатый стабилизатор; 4 — нижняя часть головного обтекателя; 5 — переходный отсек; 6 — ракетный блок ступени (блок И); 7 — сбрасываемый корпус хвостового отсека блока И; 8 — переходная ферма; 9 — центральный блок (блок А); 10 — ракетные блоки первой ступени (боковые блоки Б, В, Г, Д)

Поскольку спутники «Молния» составили бо́льшую часть полезных грузов, выводимых четырехступенчатой ракетой-носителем, ей было присвоено то же название «Молния». Первый старт ракеты-носителя «Молния» (рис. 18) осуществился 4 февраля 1964 г., когда была опробована работа четвертой ступени (блок Л), и на орбиту вышел седьмой советский искусственный спутник Земли массой 6483 кг. 12 февраля был осуществлен первый успешный старт с промежуточной орбиты, и в далекое путешествие отправилась автоматическая межпланетная станция «Венера».

Ракетно-космическая система «Молния» применялась для запуска еще шести станций «Венера», трех — «Зонд», десяти — «Луна», одной станции «Марс» и нескольких десятков спутников связи «Молния-1».

Унифицированная ракетно-космическая система «Союз» начала создаваться под руководством С. П. Королева в 1962 г. Она должна была обеспечить планомерное обживание космоса как новой сферы обитания и производственной деятельности человека.

При создании ракеты-носителя «Союз» (рис. 19) были взяты три первые ступени ракеты-носителя «Молния», доработанные в соответствии с поставленными требованиями. Головной блок сделан заново.

В случае отказа ракеты необходимо было мгновенно увести космонавта от очага неизбежно следующего за аварией пожара и взрыва на расстояние, с которого воз-

можен спуск на парашюте в безопасное место. На одноместном корабле «Восток» для этого (и при возвращении на Землю) космонавт в скафандре катапультировался из спускаемого аппарата с помощью кресла, снабженного ракетными ускорителями. На корабле «Союз» была установлена новая система аварийного спасения экипажа, способная осуществить увод от ракеты и спасение всего спускаемого аппарата, снабженного основной и запасной парашютными системами и двигателями мягкой посадки.

Пришел черед полетов многоместных кораблей и выхода человека в открытое космическое пространство. На базе «Востока» были созданы корабли «Восход». 12 октября 1964 г. и 18 марта 1965 г. осуществились исторические полеты кораблей «Восход» и «Восход-2».

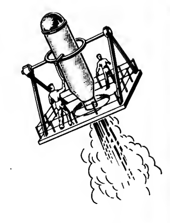
22 февраля 1966 г. на орбиту был выведен биоспутник «Космос-110», на борту которого две собаки и другие биологические объекты совершили 22-суточный полет. При всех этих полетах ракета еще не была снабжена двигателями системы аварийного спасения. В полном составе ракета-носитель «Союз» осуществила первый старт 23 апреля 1967 г., когда ушел в свой бессмертный полет летчик-космонавт СССР В. М. Комаров.

После второго испытательного полета, выполненного летчиком-космонавтом Г. Т. Береговым на корабле «Союз-3», ракетно-космическая система «Союз» стала основной для пилотируемых полетов, выполняемых по программе исследований космоса.

Прорыв в космос, осуществленный с помощью мощных ракет-носителей «Спутник», «Восток» и «Молния» в 1957—1961 гг. и заложивший основы ведущих направлений космонавтики, дал ученым богатейший материал для выработки долгосрочной программы космических исследований. Часть программы, которая должна была осуществляться с помощью искусственных спутников Земли на околоземной орбите, была названа программой «Космос». В процессе ее разработки стало очевидно, что во многих случаях по этой программе целесообразно запускать не тяжелые и сложные космические лаборатории, оснащенные большим комплексом самых разнообразных приборов, а сравнительно простые и легкие малые спутники, несущие аппаратуру для решения узкого круга научных проблем.

Ракета-носитель «Космос» конструкции М. К. Янгеля

Николай Иванович
КИБАЛЬЧИЧ





Николай Иванович Кибальчич (1853—1881) — русский революционер, народоволец, изобретатель. Заведовал лабораторией взрывчатых веществ исполнительного комитета «Народной воли». В 1881 г. был приговорен к смертной казни за участие в покушении на царя Александра II. В тюрьме за несколько дней до казни разработал проект реактивного летательного аппарата для полета человека.

Именем Кибальчича назван кратер на обратной стороне Луны.

Летательный аппарат, предложенный Н. И. Кибальчичем,— прообраз современных пилотируемых космических средств, у которых тяга ракетных двигателей служит для создания подъемной силы, поддерживающей машину в полете

Николай Егорович
ЖУКОВСКИЙ



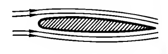
BASES THÉORIQUES DE L'AÉRONAUTIQUE.

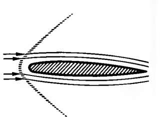
AÉRODYNAMIQUE

N. JOUKOWSKI,

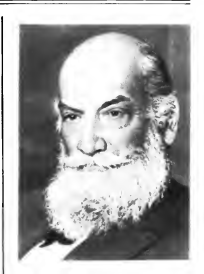


PARIS,
GAUTHIER-VILLARS ET Cie, ÉDITEURS,





Титульный лист курса «Теоретические основы воздухоплавания», изданного в Париже, ниже — спектр обтекания крыла дозвуковым и сверхзвуковым потоком



Николай Егорович Жуковский (1847—1921) — русский ученый в области механики, основоположник современной гидроаэродинамики, «отец русской авиации». Разрабатывал методы аэродинамического и прочностного расчета самолетных конструкций. Под руководством Жуковского была создана одна из первых в мире аэродинамических труб. Работы Жуковского в области аэродинамики стали основополагающими для авиационной науки.

Сергей Алексеевич ЧАПЛЫГИН



Сергей Алексеевич Чаплыгин (1869—1942) — русский ученый в области теоретической механики, один из основоположников современной гидроаэродинамики. В советское время академик, Герой Социалистического Труда. В работах Чаплыгина получили законченное решение главные вопросы теории крыла. Заложил основы теории обтекания решеток циркуляционным потоком, явившейся базой для расчета винтов, турбин и других гидравлических машин.

Имя Чаплыгина носит кратер на обратной стороне Луны.

О ДАВЛЕНІИ

ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНАГО ПОТОКА

НА ПРЕГРАЖДАЮЩІЯ ТѢЛА.

(Къ теоріи аэроплана)

С. А. Чаплыгина

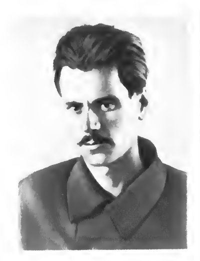
МОСКВА

[illegible]

1910.

Титульный лист книги «О давлении плоскопараллельного потока на преграждающие тела»

Юрий Васильевич КОНДРАТЮК



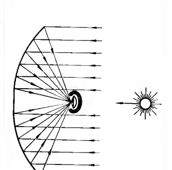
Юрий Васильевич Кондратюк (1897–1942) — один из пионеров ракетной техники и разработки основ космонавтики. Независимо от К. Э. Циолковского вывел основное уравнение движения ракеты, дал схему и описание четырехступенчатой ракеты на кислородно-водородном топливе. Рассмотрел проблему использования солнечной энергии с помощью зеркал-концентраторов для нужд космического корабля, предложил систему больших зеркал для освещения планет, изменения их климата, межпланетной сигнализации, определил последовательность первых этапов освоения космоса.

Именем Кондратюка назван кратер на обратной стороне Луны.

Ю. КОНДРАТЮК

ЗАВОЕВАНИЕ МЕЖПЛАНЕТНЫХ ПРОСТРАНСТВ

Под редакцией и с предисловием проф. В. П. ВЕТЧИНКИНА



Обложка книги «Завоевание межпланетных пространств», ниже — схема использования солнечной энергии с помощью параболического зеркала

Рис. 20. Двухступенчатая ракета-носитель «Космос»:

1 — головной обтекатель; 2 — полезный груз; 3 — бак с окислителем; 4 — приборы системы управления; 5 — бак с горючим; 6 — жидкостный ракетный двигатель; 7 — управляющее сопло; 8 — переходная ферма; 9 — отражатель; 10 — газовый руль

создавалась позже ракет С. П. Королева и сочетала в себе грузоподъемность и высокие летные характеристики. Мощный жидкостный ракетный двигатель для этой ракеты был создан конструкторским бюро В. П. Глушко. Он работал на высококипящем топливе — азотной кислоте и углеводородном горючем типа керосина. Жидкостный ракетный двигатель второй ступени работал на жидком кислороде и новом высокоэффективном горючем — несимметричном диметилгидразине, синтезированном химиками для космических двигателей.

16 марта 1962 г. ракета-носитель «Космос» (рис. 20) впервые вывела спутник на околоземную орбиту. По конструкции «Космос-1» напоминал первый искусственный спутник Земли ПС-1. Он открыл дорогу самому многочисленному в мире семейству разнообразных научно-исследовательских автоматических спутников, большая часть которых в течение многих лет запускалась с помощью ракеты-носителя «Космос». И когда встал вопрос о ракете-носителе для малых спутников, создаваемых по программе «Интеркосмос», решили использовать и для этой программы ту же надежную и экономичную ракету.

В новой роли ракета-носитель «Космос» с усовершенствованными системами и агрегатами успешно выступила 14 октября 1969 г., когда вывела на орбиту спутник «Интеркосмос-1». Затем она доставила на орбиты еще ряд спутников «Интеркосмос», а также советско-французские искусственные спутники Земли «Ореол» и индийские «Ариабата» и «Бхаскара».

Глядя на готовую к старту космическую ракету, поражаешься и ее размерами, и сложностью конструкции. И все это гигантское космическое сооружение создано только для его верхушки. Именно там под защитной оболочкой расположено то, что на языке инженеров называется полезным грузом. Для того чтобы доставить его в космос, и создано это многоступенчатое сооружение.

Каков этот полезный груз? Как устроен, например, легендарный корабль «Восток» (рис. 21), на котором человек впервые проник в космос? Он состоит из соединенных вместе спускаемого аппарата и приборного отсека. Стартовая масса корабля 4730 кг, диаметр спускаемого аппарата 2,3 м, свободный объем герметической кабины 1,6 $м^3$. Перегрузка на траектории баллистического спуска равна 9—10 ед. Спускаемый аппарат (кабина экипажа) выполнен в виде шара. В спускаемом аппарате установлены кресло космонавта, приборы управления, система жизнеобеспечения. Кресло расположено таким образом, чтобы возникающие при взлете и посадке перегрузки оказывали на космонавта наименьшее влияние.

В кабине поддерживались нормальное атмосферное давление и такой же, как на Земле, состав воздуха. Шлем скафандра был открыт, космонавт дышал воздухом кабины. Но если бы давление в кабине упало, шлем автоматически закрылся бы и включилась система аварийной подачи кислорода.

Ракета-носитель выводила корабль на орбиту с максимальной высотой над поверхностью Земли 320 км и минимальной 180 км. Такая орбита была выбрана не случайно. Время существования корабля на ней составляло не более 10 сут. При отказе тормозной двигательной установки обеспечивалось благополучное возвращение корабля на Землю.

Как устроена и как работала система приземления корабля «Восток»? После включения тормозного двигателя скорость полета уменьшалась, начиналось снижение корабля. На высоте 7 км открывалась крышка люка, и из спускаемого аппарата выстреливалось кресло с космонавтом. В 4 км от Земли кресло отделялось от космонавта и падало на Землю, а он продолжал спуск на

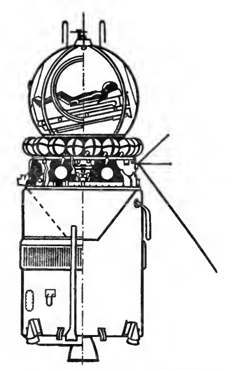


Рис. 21. Схема корабля «Восток» с космонавтом внутри спускаемого аппарата

парашюте. На пятнадцатиметровом шнуре (фале) вместе с космонавтом спускались НАЗ (неприкосновенный аварийный запас) и лодка, которая автоматически надулась бы, если бы посадка произошла на воду. В 2,5 км от Земли раскрывался основной парашют, плавно спускающий аппарат на Землю.

Выстреливаемые (катапультируемые) кресла впервые были применены на скоростных самолетах в 50-е годы. Катапультируемое кресло снабжено стреляющим механизмом, привязными ремнями и парашютной системой. Весь процесс катапультирования автоматизирован. Нужно только нажать кнопку, все остальное сделает техника.

Расширялись задачи космических полетов и соответственно совершенствовались космические корабли. В октябре 1964 г. в космос на корабле «Восход» поднялись сразу трое: командир корабля летчик-космонавт инженер-полковник В. М. Комаров, кандидат технических наук К. П. Феоктистов и врач Б. Б. Егоров. Новый корабль существенно отличался от кораблей «Восток». Он вмещал трех космонавтов, имел систему мягкой посадки, мог спускаться не только на сушу, но и приводиться. Космонавты находились в корабле в полетных костюмах без скафандров.

На базе корабля «Восход» был создан корабль «Восход-2». Он имел шлюзовую камеру для выхода из корабля в открытый космос. Полет корабля «Восход-2» состоялся в марте 1965 г. На борту корабля находились его командир летчик-космонавт полковник П. И. Беляев и второй пилот летчик-космонавт подполковник А. А. Леонов.

После выхода корабля на орбиту командир подал команду раскрытия шлюзовой камеры. Камера развернулась с наружной стороны кабины, образовав цилиндр, в котором мог разместиться человек в скафандре. Шлюз был изготовлен из прочной герметичной ткани и в сложенном состоянии занимал немного места.

Мощная система наддува обеспечивала наполнение шлюза воздухом, создание в нем такого же давления, как и в кабине. После того как давление в шлюзе и в кабине сравнялось, Леонов надел ранец с баллонами со сжатым кислородом, подключил провода связи, открыл люк и перешел в шлюз.

Люк закрылся. Давление в шлюзе постепенно начало снижаться. Однако давление в скафандре соответствовало норме («высота» 7 км). Наконец внешний люк открылся в космос. Леонов выплыл из шлюза и удалился на некоторое расстояние от корабля. С кораблем его соединяла только тонкая нить фала. Человек и космический корабль двигались рядом.

Первый выход человека в открытый космос позволил получить ценнейшую информацию для последующих космических экспедиций. Было доказано, что хорошо подготовленный космонавт может выполнять различные задания в условиях открытого космоса.

Орбитальный космический корабль «Союз» состоит из

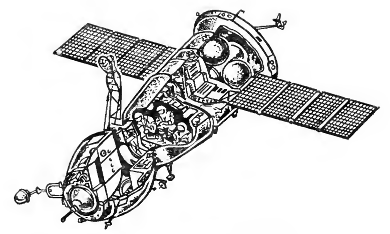


Рис. 22. Космический корабль «Союз Т»

орбитального отсека, где космонавты проводят научные исследования и отдыхают, спускаемого аппарата, в котором они находятся в креслах во время выведения на орбиту и при возвращении на Землю, и приборно-агрегатного отсека, где размещены аппаратура, оборудование, двигательные установки.

Спускаемый аппарат, в отличие от других частей космического корабля, имеет специальную форму, наиболее выгодную при полете в атмосфере Земли. В нем устанавливаются кресла космонавтов, радиоаппаратура, системы жизнеобеспечения, аппаратура для активного управления полетом. Орбитальный отсек по форме близок к шару. По существу, это лаборатория, в которой космонавты проводят научные исследования, едят, отдыхают. Если космонавтам надо выйти в космос, орбитальный отсек используется как шлюз — в нем есть люк, открывающийся автоматически и вручную.

Стартовая масса корабля составляет 6500—6800 кг, включая массу спускаемого аппарата 2800 кг. Свободный объем жилых помещений равен 6,5 м^3.

В жилых помещениях корабля с помощью регенерационных аппаратов поддерживается обычная кислородно-азотная атмосфера с давлением около 101,3 кПа (760 мм рт. ст.). Возможно увеличение процентного со-

держания кислорода по объему до 40% и понижение давления до 69 кПа (520 мм рт. ст.).

С учетом опыта эксплуатации космического корабля «Союз» создан усовершенствованный вариант такого корабля — «Союз Т» (рис. 22). Этот корабль состоит из орбитального отсека с агрегатом стыковки, спускаемого аппарата и приборно-агрегатного отсека новой конструкции. Стартовая масса корабля 6850 кг, свободный объем жилых помещений 6,5 м³. Первый испытательный пилотируемый полет корабля «Союз Т-2» со стыковкой со станцией «Салют-6» состоялся в 1980 г.

На базе корабля «Союз» создан также грузовой корабль «Прогресс». Корабль состоит из трех отсеков. В грузовом отсеке размещаются сухие грузы и запасы воды, здесь обычный воздух при нормальном давлении. В негерметичном отсеке компонентов дозаправки установлены два бака с окислителем и два с горючим, а также механизмы для перекачки содержимого баков в баки станции через два трубопровода. Корабль непилотируемый и на Землю не возвращается. После загрузки он заполняется отходами и использованными материалами станции, чтобы затем сгореть в атмосфере.

Время выведения ракеты на орбиту искусственного спутника Земли составляет примерно 10 мин. За это короткое время она успевает разогнаться до первой космической скорости — 7,9 км/с.

Выполнив программу полета, экипаж начинает готовиться к спуску. Место начала спуска лежит на огромном расстоянии от его конца — места посадки. Выбор места расставания с орбитой должен быть исключительно точным. Вообще одна из важнейших задач, возникающих перед космонавтами,— это верное определение своего местоположения в космическом океане. Тут на помощь приходят светила. Как только «глаза» автоматов поймали нужный ориентир, они передают сигнал вычислительному устройству, которое, проведя соответствующие расчеты, дает команду действия системе ориентации и двигательной установке.

Чтобы начать движение по траектории спуска, корабль должен потерять часть своей скорости — около 180 м/с. Мысль о том, как защитить корабль от действия высоких температур, родилась при исследовании метеоритов. Ученые обнаружили, что поверхность их обычно

оплавлена, внутреннее же строение остается без изменения. Что, если покрыть часть корабля «жертвенным слоем», который сгорал бы в атмосфере? Температура газов, соприкасающихся со спускаемым аппаратом, достигает 7 тыс. °С. А температура поверхности «жертвенного слоя», из которого сделано защитное покрытие, всегда меньше.

В практике строительства космических аппаратов наибольшее распространение получили материалы с температурой сублимации (перехода вещества из твердого состояния в газообразное, минуя жидкую фазу) 2500—3500° С. Основу этих материалов составляют так называемые эпоксидные, или формальдегидные, смолы. Толщина теплозащитного слоя не везде одинакова — наибольшая на лобовой поверхности (около 400 мм).

Вот как описывает посадку корабля «Союз-4» летчик-космонавт Е. В. Хрунов:

«Корабль незаметно для глаза снижается, и мы еще находимся в состоянии невесомости. Заметное торможение начинается с высоты 100 км. Перед входом в плотные слои атмосферы отделяются орбитальный и двигательный отсеки. Все более стремительно мчимся к Земле. Замечаем, что пылинки начинают приобретать упорядоченное по направленню полета двнженне и опускаются на пол. Значит, появнлась перегрузка, которую физически мы пока еще не ощущаем. Заметно уменьшается высота полета: 80, 70 км.

Растет перегрузка, наши тела вдавливаются в кресла. Видим, как снаружн начинают оплавляться некоторые металлические элементы (антенны, указатели). Пламя все больше увеличивается, переходит в сплошной поток и закрывает иллюминатор. Слышен все нарастающий шум, как в топке паровозного котла. Но страха н волнения нет, ибо обо всем этом мы знали заранее.

Скорость и высота полета начннают уменьшаться. Корабль трясется, подобно телеге, катящейся по булыжной мостовой. Это значит, что мы летим в днапазоне звуковых скоростей.

Примерно на высоте 10 км ощущаем сильный рывок, затем второй, более слабый. Это раскрылись тормозной, затем основной парашюты... Несильный толчок — корабль стоит на Земле».

ГДЕ ВЗЯТЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ?

В повседневной жизни мы привыкли пользоваться телевизорами, электробритвами, кофемолками и другими электроприборами. Чтобы тот или иной прибор работал, достаточно включить его в сеть.

А откуда брать электроэнергию для приведения в действие аппаратуры, установленной на борту космического корабля? Очевидно, здесь нужно иметь электростанцию, которая вырабатывала бы необходимое количество электрической энергии.

Существуют разные типы установок для выработки электроэнергии на борту космического корабля. Наиболее целесообразно использовать для этих целей лучи Солнца. Как превратить лучистую энергию Солнца в электрическую?

На космических кораблях широко применяют прямое преобразование солнечной энергии в электрическую с помощью так называемых солнечных батарей — полупроводниковых фотоэлектрических преобразователей. Солнечные батареи изготовляют в виде больших по площади панелей, которые на Земле и во время подъема корабля находятся в сложенном состоянии, а после выхода на орбиту развертываются. На поверхности таких панелей помещаются тонкие пластинки специального вещества, преобразующего солнечную энергию в электрическую.

В космическом пространстве у солнечных батарей есть весьма опасный враг. Это микрометеорные тела, которые имеют такую малую массу, что не способны пробить тонкую оболочку солнечной батареи, но все же они царапают поверхность и снижают коэффициент полезного действия батареи.

Специалисты в области энергетических установок ведут работы по изысканию других способов получения электрической энергии на космических летательных аппаратах. Используются так называемые топливные элементы, у которых химическая энергия топлива превращается непосредственно в электрическую. В качестве топлива для питания топливных элементов применяют водород и кислород, а в результате происходящих в них процессов получают электрическую энергию и воду.

Как же работают топливные элементы? Когда горю-

чее вещество соединяется с окислителем (водород с кислородом), происходит горение — атомы горючего и окислителя, соединяясь друг с другом, образуют молекулу нового вещества — воды.

В топливных элементах нет горения в том виде, к которому мы привыкли. Атомы горючего вещества и окислителя реагируют здесь электрохимически. Вода, выделяющаяся в топливных элементах, может быть использована для нужд экипажа. Главное достоинство топливных элементов — высокий коэффициент полезного действия — до 80%. В топливных элементах нет вращающихся или трущихся частей, при их работе не образуется выхлопных газов.

Энергетические установки на борту космического корабля могут быть основаны и на использовании энергии самопроизвольного радиоактивного распада радиоизотопов. Практический интерес представляют три радиоизотопа: плутоний-238, полоний-210, прометий-147. Эти элементы без какого-либо внешнего воздействия на них непрерывно выделяют энергию. Если на борту корабля есть энергетическая установка, работающая на радиоизотопах, то должна быть предусмотрена защита экипажа от действия радиоактивного излучения. Мощность радиоизотопной установки, имеющей сравнительно небольшую массу, очень мала — 25—100 Вт. Для создания мощных энергетических установок больше подходят солнечная энергия или топливные элементы.

ЖИЗНЬ В ГЕРМЕТИЧЕСКОЙ КАБИНЕ

Какой микроклимат должен быть в помещениях, где находится во время полета космический экипаж?

Кислород, входящий в состав воздуха, которым мы дышим, служит для осуществления реакции окисления. При его участии происходит сгорание органических веществ в клетках, в результате чего образуется энергия, обеспечивающая все виды деятельности человека.

Впервые с опасным для здоровья влиянием разреженного воздуха люди столкнулись очень давно. При подъеме на высоту 4—5 км у людей, не приспособленных к жизни в горах, появляются признаки горной болезни — головная боль, тошнота, повышенная утомляемость. Причина развития горной, или высотной, болезни — кислородное голодание.

При подъеме на высоту до 2 км насыщение крови кислородом снижается незначительно, и никаких заметных изменений у человека не наблюдается. На высотах 2—3 км насыщение крови кислородом продолжает снижаться. Организм компенсирует недостаток кислорода учащением дыхания, увеличением его глубины. При дальнейшем подъеме организм уже не справляется с падением давления. С высоты 4 км наступает кислородное голодание — гипоксия. У человека теряется способность целенаправленно действовать.

Из сказанного можно сделать такой вывод: «высота» в кабине космического корабля должна быть не более 2 км, а еще лучше поддерживать нормальное атмосферное давление и состав воздуха, к которым привык человек. Так и решили специалисты, установив в кабинах летательных аппаратов давление 101,3 кПа (760 мм рт. ст.).

Что, если создать в кабине чистокислородную атмосферу? Сможет ли в этих условиях человек жить и работать длительное время? Проделали много экспериментов и установили: человек может длительное время дышать чистым кислородом при давлении не менее 26,2 кПа (196 мм рт. ст.) и не более 41 кПа (308 мм рт. ст.). Но если вдыхать кислород при давлении большем, чем 41 кПа, то появляются признаки кислородного отравления. Начинается кашель, нарушается сердечная деятельность.

В любой аптеке можно приобрести кислородную подушку для тяжелобольного. Что же, вместо целебного лекарства больному дают яд? Конечно, это не так. Дело в том, что медицинским кислородом дышат короткое время, и тогда он оказывает спасительное действие. Стоит перешагнуть некоторый предел, и вместо блага получится вред. Чистокислородная атмосфера при давлении 270 мм рт. ст. применялась в кабинах американских космических кораблей, но продолжительность полетов была ограниченной.

При проектировании космических систем для длительного полета человека считается необходимым в герметичной кабине предусматривать обычную азотно-кислородную смесь. Атмосфера советских космических кораблей состоит из смеси кислорода с азотом при нормальном атмосферном давлении.

В разных странах мира ведутся исследования по при-

менению в космических кораблях различных инертных легких газов — разбавителей воздушной среды, таких, как гелий, неон, аргон, ксенон. Только после глубоких и всесторонних исследований будет получен ответ на вопрос, можно ли это делать.

Человек выдыхает углекислый газ и влагу. Чтобы воздух кабины был пригоден для дыхания, необходимо удалять из него углекислый газ и излишнюю влагу.

Существуют так называемые надперекиси (щелочные металлы KO_2, NaO_2 и др.). При действии влаги они разлагаются с выделением кислорода и образованием щелочи. Щелочь соединяется с углекислым газом. В результате реакции образуются углекислый натрий (сода) и вода. Влаги, содержащейся в выдыхаемом человеком воздухе, с избытком хватает для проведения реакции. Килограмм вещества выделяет около 300 л кислорода и поглощает примерно столько же углекислого газа.

В кабине установлен вентилятор, который прогоняет воздух через патроны с надперекисью натрия или калия. Из патронов воздух выходит обогащенный кислородом и очищенный от углекислого газа. Если в воздухе кислорода выше нормы, то от соответствующих датчиков на моторы вентиляторов поступает сигнал, и они начинают медленнее вращаться.

Как регулируется температура воздуха в кабине? Известны три вида передачи тепла от одного тела к другому — теплопроводность, конвекция и излучение.

Передача тепла за счет теплопроводности происходит при непосредственном контакте двух тел. Конвективный теплообмен возможен при наличии газовой среды, которая, соприкасаясь с телом, отнимает у него или передает ему тепловую энергию.

Космический корабль получает тепло от Солнца, Земли и других планет исключительно излучением. Стоит создать тень от листа какого-либо материала, который преградит путь лучам Солнца к поверхности корабля, и она перестанет нагреваться. Поэтому теплоизолировать корабль в безвоздушном пространстве нетрудно.

Приходится опасаться не перегрева корабля солнечными лучами, а перегрева от тепла, которое выделяется внутри самого корабля. За счет чего может повышаться температура в корабле? Во-первых, человек непрерывно излучает тепло, во-вторых, сам космический корабль —

очень сложная машина, оборудованная большим количеством приборов, в процессе работы которых тоже выделяется тепло.

Основными элементами системы терморегулирования являются трубопроводы, по которым циркулирует охлажденная или нагреваемая жидкость, радиаторы, установленные на наружной поверхности корабля, кабинные радиаторы, вентиляторы, влагосборники. Системы охлаждения и обогрева работают по одной схеме.

Как обеспечить в кабине необходимый температурный уровень? Летом, в зной, все ходят в светлой одежде — так жара ощущается меньше. Светлая поверхность, в отличие от темной, хуже поглощает лучистую энергию Солнца. Отражая ее, она слабее нагревается. Поэтому радиатор системы охлаждения окрашивают в белый цвет и монтируют на теневой стороне корабля. Радиатор системы обогрева окрашен в черный цвет и размещен на стороне, обогреваемой Солнцем.

Если температура в кабине повысится, это немедленно обнаружит датчик и подаст сигнал для включения насоса системы охлаждения. Охлажденная жидкость начнет поступать в кабинный радиатор. Радиатору будет отдавать тепло воздух, прогоняемый вентилятором. Аналогичным образом работает система обогрева, но только здесь другой датчик подаст сигнал для включения насоса системы обогрева, и в соответствующий радиатор начнет поступать нагретая жидкость.

Радиатор, охлаждающий воздух, служит еще одной цели. Если не удалять из атмосферы водяные пары от дыхания, пар будет конденсироваться на стенках кабины и приборах. Холодный предмет, внесенный в теплую комнату, сразу же покрывается капельками воды. Таким холодным предметом в космическом корабле является кабинный радиатор, на котором конденсируются капельки воды. Движением воздуха влага уносится и попадает в влагосборник, где оседает в порах губчатого вещества.

И в обычных условиях, у себя дома, мы иногда ощущаем неприятные запахи. Легко представить себе, насколько вероятно появление запахов в замкнутом пространстве герметической кабины. Дело даже не в самих запахах, а в том, что некоторые из них вредны для здоровья человека. Вредными для здоровья могут быть летучие вещества, вовсе не обладающие запахом.

Различные вредные вещества выделяются в процессе жизнедеятельности человека, а также материалами, из которых изготовлены оборудование и сама кабина. Сколь ни малы эти выделения, со временем их содержание может достичь опасной концентрации. Специалисты тщательно отбирают материалы, которые «допускаются» в кабину. Особое беспокойство вызывают пластмассы, лаки, клей.

Отличным поглотителем вредных для здоровья пахнущих и непахнущих веществ, рассеянных в воздухе, является древесный уголь. Если пропускать воздух через патрон, заполненный углем, то там будут задерживаться многие соединения (углеводороды, спирты, органические кислоты и т. п.).

Человек в грубом сравнении имеет определенное сходство с машиной. Чтобы машина работала, ее необходимо обеспечить источником энергии. И человек для нормальной жизнедеятельности нуждается в определенном количестве энергии, т. е. пищи. Питательность любого пищевого продукта измеряется в джоулях или калориях.

Биохимические процессы, протекающие в живых организмах, подчинены общим закономерностям. На них в полной мере распространяются закон сохранения энергии и закон сохранения материи. Такое представление о характере процессов, лежащих в основе жизни, было впервые высказано в начале XVI века гениальным Леонардо да Винчи. «И если ты не даешь телу столько же пищи, сколько оно израсходовало, то жизненные силы слабеют, и если ты совсем лишишь тело пищи, то прекратится и жизнь...»

С целью определения количества выделенного при горении тепла знаменитый французский химик XVIII века Антуан Лоран Лавуазье сжигал различные химические вещества в калориметре. Полагая, что в живых организмах непрерывно осуществляется процесс горения, Лавуазье поместил в калориметр морскую свинку. Результаты этой замечательной экспериментальной работы показали, что у животного выделяется тепло, строго эквивалентное количеству потребляемого им кислорода. Столько же тепла было бы получено и при сгорании угля, если бы при этом было израсходовано соответствующее количество кислорода воздуха. Значит, горение угля и окисление, происходящее в организме животных, име-

ют одну и ту же природу. Со временем представилось возможным установить, что при потреблении 1 л кислорода человек выделяет примерно 20 кДж (около 5 ккал) энергии. Это важная характеристика, дающая возможность определить теплопродукцию человека в зависимости от количества потребляемого кислорода.

Человек в состоянии покоя, лежа в постели, на поддержание нормальной жизнедеятельности — работу внутренних органов: сердца, печени, почек и др., а также на сохранение тонуса мышц — тратит за час около 75 Вт (64,5 ккал/ч). Эта величина характеризует так называемую минимальную теплопродукцию человека. При выполнении тяжелой физической работы теплопродукция увеличивается в 7—10 раз. Количество энергии, поступающей в организм с пищей, должно соответствовать теплопродукции.

У экипажа космического корабля «Союз-9» в составе А. Г. Николаева и В. И. Севастьянова в течение 18-суточного полета теплопродукция в среднем на человека составляла 120 Вт (2600 ккал/сут). Замеры, проведенные при последующих космических полетах, показали, что среднесуточный расход энергии космонавта находится примерно на этом уровне.

Сколько же нужно белков, жиров и углеводов, чтобы возместить суточный расход энергии? Оказывается, не так много — примерно 700 г. Энергетическая ценность пищевых веществ неодинакова. Так, 1 г углеводов или белка дает при сгорании в организме около 17 Дж (4 ккал). Жиры представляют значительно большую энергетическую ценность, так как при сгорании в организме выделяют 38 Дж (9 ккал). Казалось бы, 300 г чистого жира достаточно для удовлетворения суточной потребности космонавта в пище. Однако подходить к питанию человека только с энергетической точки зрения нельзя. Пища не только источник энергии, но и строительный материал, необходимый для непрерывного обновления клеток организма. Для осуществления этого процесса прежде всего нужны белки. В их химический состав входят различные аминокислоты, представляющие микроскопические «кирпичики» для постройки клеток.

Ученые установили наиболее рациональное соотношение различных веществ в рационе питания космонавта. В сутки он должен получать примерно 100 г белков, 100 г

жиров, 400 г углеводов, около 2200 г воды, мннеральные солн, витамины.

Килограмм нефтн при сгорании дает около 42 тыс. кДж (10 тыс. ккал), уголь — около 2900 кДж (7 тыс. ккал). А пнщевые продукты? На этот вопрос отвечает табл. 3.

Таблица 3

Калорнйность некоторых пнщевых продуктов

Продукт	Энергия на 1 кг,		Продукт	Энергия на 1 кг,	
	кДж	ккал		кДж	ккал
Сало	39 000	9 300	Баранина	8 450	2 030
Масло сливочное	31 000	7 480	Хлеб пшеннчный	8 450	2 030
Сахар	18 600	4 000	Хлеб ржаной	7 900	1 900
Курятнна	10 000	2 400	Картофель	3 460	830
Творог	9 400	2 260	Капуста	1 160	280

Оказывается, жнры куда калорнйнее угля. Возможно, вам довелось чнтать у Майн Рнда, как в гонке судов по МнссНснпн в азарте кидают в топку окорока...

Каким же требованням должна удовлетворять пнща, предназначенная для космонавтов? Прежде всего она должна быть калорийной, удобной для приема в условиях невесомости н, конечно, вкусной. Набор продуктов должен иметь небольшую массу, содержать мнннмальное количество непереварнваемых веществ, выдерживать длительное хранение, не требовать серьезной кулинарной обработкн. Немаловажное значение нмеет упаковка пищевых продуктов.

Перед первым космнческнм полетом ученые не знали, будет ли в космосе трудно глотать твердую пнщу, пить воду. Поэтому рацнон Ю. А. Гагарнна состоял из пастообразных продуктов, заключенных в металлическне тубы. Вода, обработанная спецнальным консервантом, хранилась в полиэтиленовых мешках, снабженных мундштуком с зажимом. В дальнейших космнческих полетах было установлено, что разжевывать н проглатывать пищу нетрудно, продукты хорошо усванваются. Поэтому в рацнон питання были введены продукты в натуральном виде н консервированные.

Суточный рацнон космонавта распределен на четыре

приема: первый завтрак, второй завтрак, обед, ужин. Набор продуктов составляется в соответствии со вкусовыми требованиями космонавтов: куриное филе, говяжий язык, сыр, пирожки, ветчина, колбасы, вобла, хлеб бородинский и столовый, различные фрукты и соки, кондитерские изделия.

СКАФАНДР — ОДЕЖДА ДЛЯ ВАКУУМА

В замкнутом объеме герметической кабины заключена частичка земной атмосферы. Здесь такие же, как на Земле, атмосферное давление и состав воздуха. Здесь космонавт может жить и работать в течение длительного времени.

Надежна и многократно испытана космическая техника. И все же даже любое земное путешествие сопряжено с какими-то опасностями. Мало ли что непредвиденное может случиться в пути и с самим путешественником, и с транспортом. Однако из этого не следует, что надо сидеть дома и заботиться только о том, «как бы чего не вышло».

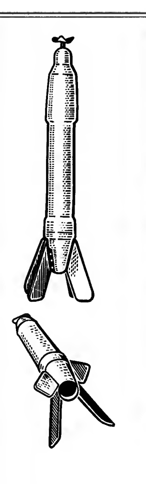
Наибольшая опасность для космонавтов возникает при разгерметизации кабины, утечке из нее воздуха. Если же экипаж совершает полет в скафандрах, эта беда не так страшна. Работы по созданию высотных скафандров ведутся в мире почитай полвека.

Первый скафандр Ч-1 для летчиков, совершающих полеты на высотных самолетах, спроектировал и построил в СССР Е. Е. Чертовской в 1931 г. Это был комбинезон из герметичной прорезиненной ткани со шлемом, имевшим небольшое остекление для обзора. В конструкции не были предусмотрены шарниры, требовалось большое усилие для сгибания рук и ног.

В 1938 и 1939 гг. Чертовским были созданы скафандры Ч-4 и Ч-5, а в 1940 г.— усовершенствованные образцы этих скафандров — Ч-6 и Ч-7. В 1937 г. Центральный совет Осоавиахима присудил Чертовскому премию за решение проблемы подвижности скафандра.

В отличие от иностранных образцов скафандров, рассчитанных на кратковременный полет для установления рекордов высоты полета, первые отечественные скафандры предназначались для многочасового пребывания в них. Скафандры снабжались системой, обеспечивающей

Николай Иванович
ТИХОМИРОВ



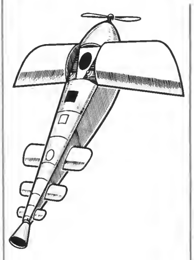
Ракетные снаряды ГДЛ РС-82 и РС-132



Николай Иванович Тихомиров (1860—1930) — инженер-химик, основоположник разработки ракетных снарядов на бездымном порохе в СССР. Предлагал использовать в качестве движущей силы реакцию газов, получающихся при сгорании взрывчатых веществ либо легко воспламеняющихся жидких горючих веществ в сочетании с эжектируемой окружающей средой.

Именем Тихомирова назван кратер на обратной стороне Луны.

Фридрих Артурович ЦАНДЕР



Модель межпланетного корабля Ф. А. Цандера



Фридрих Артурович Цандер (1887—1933) — один из пионеров ракетной техники. Составил проект межпланетного корабля-аэроплана, отработавшие части которого сжигаются в полете. Построил реактивный двигатель, спроектировал двигательную установку с жидкостным ракетным двигателем.

Именем Цандера назван кратер на обратной стороне Луны.

Борис Сергеевич
СТЕЧКИН



Борис Сергеевич Стечкин (1891—1969) — советский ученый в области гидроаэродинамики и теплотехники. Академик, Герой Социалистического Труда. Создатель теории теплового расчета авиационных двигателей и методики построения наземных и высотных характеристик двигателей, теории воздушно-реактивного движения.

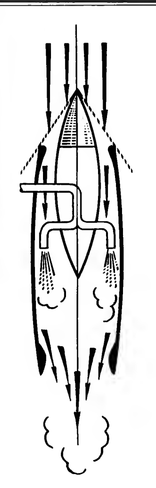


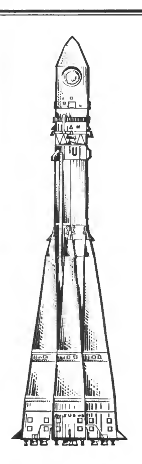
Схема воздушно-реактивного двигателя

Юрий Алексеевич **ГАГАРИН**



Юрий Алексеевич Гагарин (1934—1968) — летчик-космонавт СССР, первый человек, совершивший полет в космос. Перед стартом Гагарин сказал: «Мне хочется посвятить этот первый космический полет людям коммунистического общества, в которое уже вступает наш советский народ и в которое, я уверен, вступят все люди на Земле».

Именем Гагарина назван кратер на обратной стороне Луны.



Легендарная ракета-носитель «Восток»

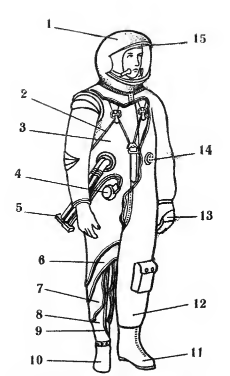


Рис. 23. Скафандр космонавта:

1 — шлем; 2 — силовая система; 3 — оболочка; 4 — разъем связи; 5 — шланги подачи кислорода; 6 — герметичная оболочка; 7 — вентилирующий костюм; 8 — нательное белье; 9 — трубки вентилирующей системы; 10 — шерстяной носок; 11 — съемный ботинок; 12 — верхняя одежда; 13 — перчатка; 14 — предохранительный клапан; 15 — шлемофон

подачу кислорода для дыхания и поглощения продуктов жизнедеятельности (углекислого газа, влаги).

В послевоенный период скафандрами занимался летно-исследовательский институт. Многие ученые института работали над их созданием. Здесь под руководством А. И. Бойко были спроектированы и изготовлены скафандры ВСС-01, -02, -03 и -04.

Скафандр — это, по существу, та же герметическая кабина, но сжатая до минимально возможных размеров. В разработке скафандра (рис. 23) участвуют различные специалисты — конструкторы, инженеры, физиологи.

В обычных условиях полета, когда в кабине поддерживается нормальное давление, скафандр не надут. Но он немедленно надуется автоматически, если вдруг произойдет разгерметизация кабины.

Скафандр является универсальным снаряжением космонавта: при попадании в воду он обеспечивает плавучесть, а в случае возникновения пожара защищает от огня. Важность и сложность задач, возлагаемых на скафандр и его системы, заставляет при конструировании предъявлять к нему весьма жесткие требования — технические и физиологические.

К техническим требованиям относятся прочность, надежность и т. п. Физиологические требования обусловлены нормальной жизнедеятельностью человека. К ним прежде всего относится «высота» в скафандре. Когда говорят о «высоте» в скафандре, то под этим подразумевают давление, которое соответствует определенной высоте. Так, если «высота» в скафандре 10 км, то это означает, что под его оболочкой такое же давление, как на высоте 10 км, т. е. 22,6 кПа (197 мм рт. ст.).

Уменьшение давления кислорода компенсируется в скафандре увеличением его процентного содержания. Высота 12 км является предельной, выше которой, даже вдыхая чистый кислород, человек может жить считанные минуты. Поэтому для обеспечения процесса дыхания «высота» в скафандре должна быть не более 10 км. При этом космонавт вдыхает чистый кислород.

У человека на высотах более 7 км могут появляться боли, вызванные тем, что растворенный в тканях организма азот переходит в газообразное состояние. Пузырьки газа нарушают кровоснабжение жизненно важных органов. Ввиду этого «высота» в скафандре должна быть не более 7 км.

Таким образом, в космическом скафандре желательно иметь два режима: «высота» 7 км — для длительного пребывания в скафандре; «высота» 10 км — для выполнения недолговременной работы с затратой сил. Если космонавт находится в спокойном состоянии и его работа не требует усилий, «высота» в скафандре 7 км. Если же космонавту нужно выполнить работу, требующую усилий, «высота» в скафандре увеличивается до 10 км. Давление в скафандре устанавливается с помощью специального регулятора. Повернет космонавт регулятор дав-

ления до упора вправо — «высота» в скафандре 7 км, повернет влево — «высота» 10 км.

Скафандр снабжен вентилирующей системой, по которой непрерывно пропускается воздух. Он забирает избыток тепла, способствует испарению влаги и удалению ее из скафандрового пространства.

Современные скафандры применяются не только как аварийно-спасательное средство на случай разгерметизации кабины. Их используют и выходя в открытый космос. В зависимости от назначения, скафандры разделяются на скафандры аварийно-спасательные (или просто спасательные) и скафандры для выхода в космос. У этих двух типов скафандров много общего, но есть и конструктивные различия.

Каковы основные части скафандра? Это прежде всего оболочка, которая удерживает заключенный в ней объем воздуха, затем шлем с прозрачным остеклением, верхняя одежда, приборы и устройства, регулирующие работу скафандра.

Оболочка скафандра изготовляется в виде комбинезона с чулками и съемными перчатками. Каждому космонавту в соответствии с особенностями его фигуры делают индивидуальный скафандр. Оболочка скафандра под действием внутреннего давления стремится распрямиться. Согнуть ногу или руку не так-то просто, и чем больше внутреннее давление, тем труднее. В целях обеспечения подвижности скафандр имеет шарниры. Их размещают в области суставов.

Несколько слов о верхней одежде. Это своего рода спецовка, которую надевают на скафандр. Она предназначена для защиты оболочки скафандра от повреждений, а также для хранения различных предметов и документов.

Когда орбитальные станции, тяжелые межпланетные корабли станут собирать и испытывать на орбите из доставленных с Земли секций, значение космического скафандра возрастет еще больше. В открытом космосе космонавты могут управлять буксировщиками, сварочными аппаратами и прочими машинами. Выход человека в космос может понадобиться и для ремонта установленного на поверхности корабля оборудования — солнечных батарей, антенн, астрономических приборов, а также для монтажа нового и замены устаревшего оборудования.

На Земле есть правило: в определенное время радисты всех стран мира вслушиваются в эфир. И если доносится сигнал бедствия SOS, любой корабль, находящийся вблизи терпящих бедствие, независимо от его государственной принадлежности спешит на помощь.

А корабли в космическом океане... Вдруг тем, кто находится в космосе, потребуется помощь, и космический корабль поспешит к терпящему бедствие. В этом случае может также понадобиться выход космонавтов в открытый космос.

Первый шаг на пути освоения открытого космического пространства был сделан 18 марта 1965 г. Гражданин СССР летчик-космонавт А. А. Леонов вышел из корабля в открытый космос.

Скафандр Леонова имел многослойную тепловую изоляцию. В его состав входили шлем, светофильтр. Оболочка скафандра была двойная: наружная — из прочной ткани и внутренняя герметичная — из тонкой резины. Надевался скафандр на трикотажный костюм и белье. На спине находился ранец с запасом кислорода.

Как защитить космонавта от перегрева солнечными лучами? На скафандр надели комбинезон из нескольких слоев пленки, покрытой тонким слоем алюминия. Блестящее алюминиевое покрытие отражало более 90% падающего на него излучения. Каждый последующий слой (экран) уменьшал этот поток еще в 2 раза. Чтобы слои не соприкасались между собой, они были сделаны рифлеными.

Прямые лучи Солнца в считанные секунды могут повредить зрение, вызвать ожоги. Во избежание этого часть шлема закрывается светофильтром. Светофильтры изготовляют из прозрачной пластмассы — поликарбоната. В качестве светозащитного слоя применяют золотое покрытие толщиной в несколько тысячных долей миллиметра. Оказывается, тонкие пленки многих металлов отлично отражают солнечные лучи.

Ранец, с которым Леонов выходил в космос, вмещал три баллона, емкостью по 2 л каждый. С помощью компрессора в баллоны был накачан кислород под давлением в 150 раз большим, чем атмосферное. В нормальных атмосферных условиях это составило бы 1666 л кислорода.

Из баллонов кислород поступал в прибор, который был отрегулирован таким образом, что подавал в шлем

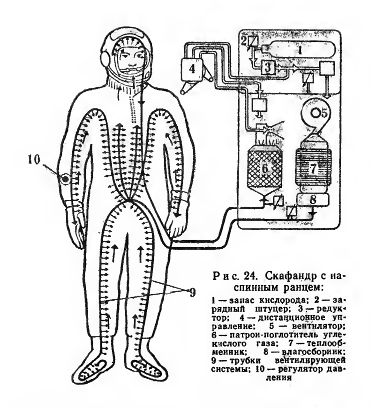


Рис. 24. Скафандр с наспинным ранцем:

1 — запас кислорода; 2 — зарядный штуцер; 3 — редуктор; 4 — дистанционное управление; 5 — вентилятор; 6 — патрон-поглотитель углекислого газа; 7 — теплообменник; 8 — влагосборник; 9 — трубки вентилирующей системы; 10 — регулятор давления

скафандра около 30 л газа в минуту. Весь запас кислорода был рассчитаи иа 30 мии.

На теле космоиавта были размещены датчики телеметрического контроля. Через систему радиосвязи оии иепрерывно передавали иа Землю сведеиия о частоте пульса и дыхания, температуре тела. Земля получала информацию и о работе агрегатов, запасе кислорода, температуре поверхиости скафаидра.

20 мин продолжался первый выход человека в космос, из них 12 мин он пробыл в открытом космосе. «Меня часто спрашивают, была ли какая-то непривычиая острота, екнуло ли сердце, когда я шагал в космос? — вспоминает Леоиов.— Откровеиио отвечаю: нет, этого не было. Почему все обошлось так просто, без сюрпризов и иеожиданиостей? По-моему, самая важиая причииа спокойствия (хотя я по характеру далеко ие хладиокровен) — это

всесторонняя подготовленность к выходу в свободный космос. Я имею в виду подготовку на Земле».

Скафандр, которым пользовался Леонов, был вентиляционного типа. Выдыхаемые газы выбрасывались наружу. Такая система характеризуется большим расходом кислорода (более 30 л/мин).

Перед учеными и конструкторами была поставлена задача — создать более экономичный скафандр, увеличить время, в течение которого космонавт может находиться в открытом космосе. Для удовлетворения этих требований необходимо было разработать принципиально новую систему, где выдыхаемые газы очищаются от вредных примесей и влаги, после чего вновь используются. Как устроена эта система, показано на рис. 24. Установленный в ранце вентилятор обеспечивает циркуляцию кислорода между ранцем и скафандром. С помощью трубок вентилирующей системы кислород поступает ко всем частям тела — снимает тепло, способствует испарению и удалению влаги. Запас кислорода хранится в баллоне под большим давлением. Очистка (поглощение углекислого газа и прочих примесей) происходит в специальном патроне, аналогичном противогазному.

Еще одна особенность нового скафандра — наличие холодильника. Принцип его действия прост: используется свойство воды кипеть при пониженном давлении при температуре около 0°С. Холодильник изготовлен в виде бачка, вмещающего примерно 3 л воды. Внутри бачка размещен трубопровод, по которому циркулирует вода.

Скафандр все время усовершенствуется. Будущее может подсказать самые оригинальные решения. Почему бы не использовать, например, мощные механические манипуляторы, управляемые биотоками мышц человека? Между прочим, впервые подобные «биопротезы» были созданы в нашей стране.

ДОМА НА ОРБИТАХ

Если бы кто-нибудь попытался составить каталог фантастических романов, в которых описываются орбитальные станции, то этот каталог наверняка был бы толще этой книги.

В конце прошлого столетия орбитальную станцию

изобразил в романе «500 миллионов Бегумы» великий фантаст Жюль Верн. Но фантазия оставалась фантазией, пока К. Э. Циолковский не создал свою теорию «эфирных поселений». По его мнению, орбитальная станция должна монтироваться на высоте 2—3 тыс. км из последних ступеней ракет, предназначающихся для этих целей.

Принципиальные отличия орбитальной космической станции от орбитального космического корабля в наше время знает каждый. Орбитальный космический корабль является транспортным средством, доставляющим на орбиту людей и грузы. А орбитальная космическая станция — это соответствующим образом оборудованное сооружение или комплекс сооружений на орбите. Орбитальная космическая станция может быть своеобразной лабораторией в космосе, где размещено различное оборудование для наблюдений и исследований. Она может служить и базой, где будут заправляться топливом летательные аппараты. С нее может производиться запуск межпланетных кораблей, к ней могут причаливать корабли, возвращающиеся из дальних странствий.

Плоскость орбиты должна быть надлежащим образом ориентирована относительно плоскости экватора. Известно, что минимум затрат энергии при выведении станции на орбиту обеспечивается, когда она лежит в плоскости экватора, а запуск производится с запада на восток, т. е. по направлению вращения Земли. Однако экваториальные и близкие к ним орбиты непригодны для геофизических наблюдений, поскольку с таких орбит обзору доступна лишь небольшая полоса вдоль экватора. Полярные орбиты, плоскость которых проходит через полюсы Земли, обеспечивают наблюдение всей земной поверхности. Они выгодны также при использовании орбитальной космической станции в качестве промежуточной базы: космические корабли, стартующие с ее борта, могут иметь сравнительно небольшую защиту от излучений, поскольку в районе полюсов интенсивность радиации близка к нулю.

Если будущие исследования покажут, что человек не может очень долгое время жить в состоянии невесомости, то это решающим образом скажется на устройстве и внешнем облике орбитальных космических станций. Придется создать искусственное поле тяготения — при помощи двигателя сообщить вращение этим космическим

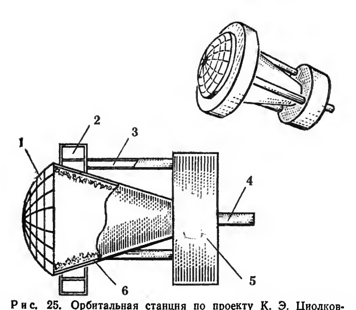


Рис. 25. Орбитальная станция по проекту К. Э. Циолковского:

1 — окна; 2 — жилые помещения; 3 — переходы; 4 — причал; 5 — вспомогательное помещение; 6 — оранжерея

объектам, получив таким образом хотя бы частичную силу тяжести. Циолковский предложил создать искусственную силу тяжести еще в 1895 г.

На вращающейся станции все предметы, находящиеся внутри нее, под действием центробежной силы будут прижиматься к наружной стенке, которую можно сделать полом. Изменяя скорость вращения станции, можно будет увеличивать или уменьшать силу тяжести. Диаметр такой станции должен быть очень большим, иначе космонавты будут испытывать неприятные ощущения.

Описанная в научно-фантастической повести Циолковского «Вне Земли» орбитальная космическая станция из-за своих размеров не могла сразу целиком быть выведена на орбиту. Ее собирали по частям в космосе, куда блоки станции доставлялись грузовыми ракетами.

Схема устройства подобной станции показана на рис. 25. Основная часть станции — коническая оранжерея с огромным прозрачным полукруглым основанием. Сол-

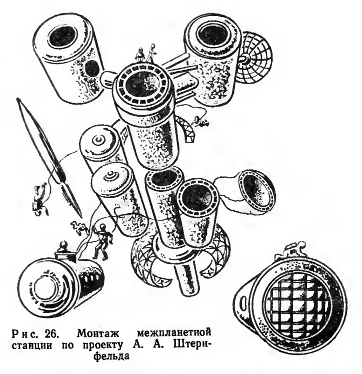


Рис. 26. Монтаж межпланетной станции по проекту А. А. Штернфельда

нечные лучи проникают внутрь сквозь исполинское окно и дают жизнь растениям, растущим на искусственной почве. Растения тянутся не только с пола вверх, но и с потолка вниз. Ведь понятия верха и низа в космосе условны, относительны.

Известен иностранный проект станции тороидальной формы (диаметр тора 75 м). Станция рассчитана на экипаж в 200—300 человек. Она имеет искусственную гравитацию, создаваемую вращением. В ступице тора размещена ядерная энергетическая установка. Вращение создается с помощью двигателей, затем продолжается по инерции.

Оригинальный проект станции (рис. 26) разработал известный советский ученый, один из пионеров космонавтики — А. А. Штернфельд. Его «космический плот» составляется из ракетных корпусов, в которых хранилось топливо. На переднем плане станции — невесомость, во

вращающихся кабинах на заднем плане — искусственная тяжесть. На рисунке видны параболическая антенна и аппарат, предназначенный для полета на Землю.

Современные орбитальные космические станции рассчитаны на работу экипажа в составе двух — пяти человек. Высокая степень автоматизации управления бортовой аппаратурой позволяет ему проводить сложнейшие эксперименты. Время работы станции исчисляется многими месяцами.

В будущем может оказаться целесообразной постройка станций, которые смогут работать не только годами, но и десятилетиями и иметь сменные экипажи. В перспективе можно говорить и о сверхкрупных многоцелевых орбитальных комплексах, рассчитанных на экипажи до 100 человек и более. Такие комплексы станут монтировать из секций и блоков, доставляемых с Земли.

Секция может представлять собой, например, лабораторию определенного назначения или жилой отсек. Наиболее целесообразными геометрическими формами для типовой станции считаются сфера и цилиндр. Секции этих форм имеют минимальную массу при заданном полезном объеме, удобны, хорошо вписываются в контур ракеты-носителя. Станция, собранная из блоков, может иметь произвольную конфигурацию.

Мы уже говорили о том, что сборку могли бы выполнять космонавты в скафандрах. Однако сближение и причаливание, а также стыковку отдельных секций, вероятно, рациональнее осуществлять с помощью специального летательного монтажного аппарата, представляющего собой что-то вроде космического крана-буксировщика. Подобный опыт уже есть. Так, буксирные работы — перевод станции «Салют» на новую орбиту — производил космический тягач «Прогресс». Буксировщик можно оборудовать механическими манипуляторами, с помощью которых будут выполняться монтажные работы.

На отечественных космических кораблях и орбитальных станциях «Салют» используются вещества, которые при взаимодействии с углекислыми газом и водой выделяют кислород. Каждый килограмм кислородсодержащего вещества (KO_2 или NaO_2) выделяет около 300 г чистого кислорода. Углекислый газ связывается щелочью и хранится в виде балласта.

Ведутся работы и над другими способами получения

кислорода. Один из них предусматривает его восстановление из выдыхаемого углекислого газа. При высоких температурах (примерно 300°C) водород способен вступать в реакцию с углекислым газом, отнимая от него кислород. Углекислый газ, взаимодействуя с водородом, восстанавливается до окиси углерода, а водород окисляется до воды. Для того чтобы получить водород и кислород, воду разлагают электрическим током.

Для извлечения углекислого газа из воздуха применяют так называемые молекулярные сита, которые называют также цеолитами. Они имеют настолько малые отверстия, что через них свободно проходят только молекулы таких газов, как азот, кислород и т. п., а молекулы углекислого газа, бóльшие по размерам, задерживаются.

Поступающая в водопровод природная вода проходит предварительную очистку на специальных станциях. В сельской местности воду берут из колодцев, куда она поступает из почвы, просочившись сквозь толщу песка и других пород. Слои почвы служат естественным фильтром, в котором задерживаются загрязнения, попавшие в воду.

А как получать питьевую воду для космонавтов на орбитальной космической станции? Здесь проще всего превратить в питьевую воду влагу, которая образуется при испарении пота и при дыхании. В этой влаге сравнительно мало загрязнений. Более трудная задача — восстановить воду из мочи человека и довести ее до состояния пригодности для питья.

Существует много способов регенерации воды из продуктов жизнедеятельности человека. Расскажем лишь об одном из них. Собранную влагу кипятят. Образующиеся при кипении пары направляются в холодильник, где конденсируются. Полученный конденсат прогоняют через систему фильтров, после чего воду можно употреблять для приготовления пищи и питья.

Продукты, хранящиеся на орбитальной космической станции, заранее подвергают обезвоживанию, чтобы они меньше весили. Определенное количество воды есть почти в каждом продукте — хлебе, мясе, рыбе. Для уменьшения массы продуктов их обезвоживают, подвергают сублимации. В последние годы процесс сублимации усовершенствовали. Продукт сначала замораживают в холодильнике, затем помещают в вакуумную камеру. Здесь

лед из твердого состояния сразу переходит в газообразное. Сублимация позволяет сохранить в продукте все питательные вещества. Кроме того, продукты, не портясь, могут храниться от года до двух с лишним лет. Сублимированные продукты весьма легки, их масса уменьшается в 4—10 раз. Сублимации подвергаются и готовые блюда — борщ, суп, куриный бульон, антрекот, колбасный фарш, творожный крем, кофе, какао, соки, хлеб, конфеты, цукаты и т. п.

Система питания орбитальной космической станции включает холодильники, где хранятся продукты, подогреватели, наборы столовых принадлежностей, контейнеры для сбора и хранения остатков пищи. Паек каждого космонавта на день упакован в отдельный пакет. Энергетическая ценность суточного рациона примерно 12 600 кДж (3 тыс. ккал), масса — около 1 500 г.

Берет, например, космонавт пакетик с надписью «Картофельное пюре с мясом», видит порошок, а в нем темные горошинки. Через специальный наконечник нужно наполнить пакетик теплой водой и дать массе набухнуть. Несколько минут — и второе блюдо готово. Подобным образом приготовляются и супы, фруктовые соки и т. д.

Сам процесс еды в условиях невесомости, как мы уже говорили, не вызывает затруднений. Трудность в другом — не забыть закрепить пищу на обеденном столе. Забудет космонавт об этой предосторожности или закрепит небрежно, отвернется, а кушанье улетело со стола.

Первая орбитальная космическая станция «Салют» была запущена в космос в апреле 1971 г. В последующие годы на орбите побывали станции «Салют-2», «Салют-3», «Салют-4» и «Салют-5». Шестая станция семейства «Салют» — «Салют-6» — стартовала в сентябре 1977 г., седьмая — «Салют-7» — в апреле 1982 г.

На Выставке достижений народного хозяйства в Москве каждый посетитель павильона «Космос» может не только осмотреть точную копию станции «Салют», но и на несколько минут почувствовать себя космонавтом, побывав внутри нее. Размеры станции, комфорт ее помещений, сложность оборудования — все вызывает восхищение и чувство глубокого уважения к ученым, инженерам, рабочим, создавшим ее.

К моменту запуска станции «Салют-7» станция «Са-

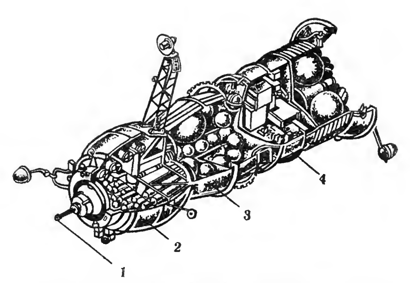


Рис. 27. Космический корабль «Прогресс»:
1 — стыковочный агрегат; 2 — грузовой отсек; 3 — отсек компонентов дозаправки; 4 — приборно-агрегатный отсек

лют-6» провела в космосе более четырех с половиной лет. На ней работало 16 экспедиций: пять основных (с максимальной длительностью 185 сут), десять — посещения (от 3 до 7 сут каждая) и одна для выполнения ремонтно-восстановительных работ. Осуществлена запланированная программа полетов с участием космонавтов из социалистических стран (девять международных экспедиций). С помощью 12 кораблей «Прогресс» на станцию было доставлено около 20 т грузов. 35 раз выполнялась сложнейшая операция — стыковка космического корабля со станцией. Был испытан и получил путевку в жизнь корабль новой серии «Союз Т».

Станция «Салют-7» относится к тому же классу, что и «Салют-6», предназначена для полетов по тем же орбитам (высота 300—400 км, наклонение 51,6°), имеет аналогичные отсеки. Основные отличия связаны с новыми исследованиями и экспериментами (установлены рентгеновский телескоп, приборы для съемок звездного неба, оборудование для технологических экспериментов, усовершенствованные медико-биологическое оборудование и

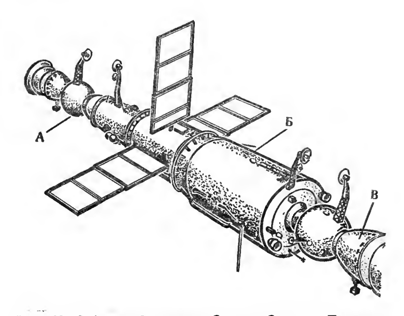


Рис. 28. Орбитальный комплекс «Союз» — «Салют» — «Прогресс»: А — космический корабль «Союз»; Б — орбитальная станция «Салют»; В — транспортный корабль «Прогресс»

приборы для визуальиых наблюдеиий и исследоваиий). Улучшеиы условия жизни и работы экипажа.

С орбитальиой космической станцией «Салют» стыкуются космические корабли «Союз» и «Прогресс» (рис. 27).

Общая масса системы «Салют» — «Союз» — «Прогресс» (рис. 28) — 32 500 кг, причем иа долю «Салюта» приходится почти 19 тыс. кг. На станции «Салют» масса научиых приборов составляла 1200 кг, на последующих стаициях оиа увеличилась до 1500 кг при выведении на орбиту.

В состыковаииом состояиии система «Салют» — «Союз» — «Прогресс» достигает в длину 29 м, причем на долю орбитального блока, т. е. станции, приходится 15 м. В самой широкой своей части «Салют» имеет поперечник 4,15 м, а при раскрытых солиечных батареях — 17 м. Общая площадь солиечных батарей — 60 м². Но особенно поражает общий объем внутренних помещений станции — около 100 м³. Доставка на орбиту станции «Салют» про-

изводится ракетой «Протон». Первый старт ракеты-носителя «Протон» состоялся в июле 1965 г., когда она доставила на орбиту «Протон» искусственный спутник Земли. С применением ракеты связаны такие выдающиеся события, как посылка на Луну луноходов, автоматических межпланетных станций, взявших пробы луиного грунта, посадка на Марс.

Станция «Салют» состоит из трех герметичных отсеков (рабочего и двух переходных, примыкающих к стыковочным узлам) и двух негерметичных (агрегатного и научной аппаратуры). Самый узкий из них — переходный. Он имеет цилиндрическую форму. Его длина 3 м, диаметр 2 м. Переходный отсек — жилое помещение. Он герметичен, в нем размещены научная аппаратура, системы жизнеобеспечения и терморегулирования. Шесть иллюминаторов отсека позволяют вести наблюдения Земли и космоса.

Через специальный люк из переходного отсека можно перейти в рабочий. Это самое большое из помещений станции. Рабочий отсек состоит из двух цилиндров диаметрами 2,9 и 4,2 м, соединенных усеченным конусом. Общая длина отсека 9,1 м.

В рабочем отсеке находятся многозональная космическая фотокамера МКФ-6М, широкоформатный топографический фотоаппарат КАТЭ-140, фотокамера для фотографирования звезд, комплект оборудования для медицинских и биологических исследований и экспериментов, универсальные установки для технологических экспериментов «Магма», «Корунд», «Сплав» и другие приборы.

В замкнутых отсеках станции необходимые для жизни условия создаются с помощью системы жизнеобеспечения, которая поддерживает искусственную газовую среду с оптимальными параметрами — атмосферным давлением, температурой, влажностью, скоростью движеиия воздуха, с определенным химическим составом. Система удовлетворяет потребности экипажа в кислороде, пище, воде, удаляет отходы жизнедеятельности.

По обоим бортам рабочего отсека за панелями скрыты блоки регенерационной установки. Это легкие станции, через которые прокачивается воздух. Установка поглощает углекислый газ и влагу из атмосферы рабочих отсеков и выделяет кислород. Неподалеку размещена система регенерации воды из конденсата атмосферной влаги.

В глубине станции в самой широкой ее части размещены спальные места космонавтов, холодильники с запасом продуктов питания. На потолке имеются две шлюзовые камеры для удаления отходов. Возле агрегатного отсека лежат средства личной гигиены космонавтов, расположены туалет, сборник отходов.

Космонавты обтираются гигиеническими салфетками и полотенцами, пропитанными дезинфицирующими растворами. Предварительно их смачивают водой. Зубы чистят зубной щеткой, применяя пенящиеся зубные пасты. Электробритвы снабжены устройством для отсоса волос.

Душевая установка представляет собой небольшую складывающуюся кабину из пленки. Вода под давлением подается в нее через распылитель. Капли воды здесь не падают вниз, поэтому для их удаления применяют отсасывающее устройство.

Атмосферное давление поддерживается в пределах 760—960 мм рт. ст. Датчики в разных точках отсеков следят за давлением. В жилых отсеках температура воздуха находится в пределах 15—25°С, влажность — в пределах 20—80%. Уровень температуры и скорость движения воздуха экипаж может устанавливать по своему желанию.

Находясь на станции, космонавты много занимаются физкультурой. Для этой цели созданы специальные тренажеры. Один из них — «бегущая дорожка» с электрическим приводом — прочная широкая лента, соединенная в кольцо. Лента надета на ролики. Когда электромотор вращает ролики, она движется. Космонавт встает на нее и пристегивается резиновыми шнурами (тяжами). Они заменяют космонавту вес, прижимая его к дорожке. Лента бежит назад, а человек вперед. Получается бег на месте, как на эскалаторе метро, когда пытаются бежать навстречу движению.

Еще одно средство для борьбы с вредным действием невесомости — это применение специальных костюмов, которые дают возможность искусственно нагрузить костно-мышечный аппарат.

Один из вариантов такого костюма — «Пингвин». В создании нагрузочного костюма «Пингвин» участвовали ученые, инженеры, врачи, текстильщики. Он изготовлен в виде комбинезона из трикотажного полотна. Самой важной частью костюма являются резиновые



Рис. 29. Пиевмовакуумный костюм «Чибис»

шнуры-амортизаторы. При каждом движении человека растягивается та или иная группа амортизаторов, вовлекая в действие мускульную силу, а это как раз и нужно, чтобы мышцы не слабели.

Для устранения неблагоприятного действия невесомости на сердечно-сосудистую систему применяется пневмовакуумный костюм «Чибис». Выглядит он довольно странно. Представьте себе человека, у которого примерно на уровне талии размещена бочка, откуда торчат гофрированные штанины с металлическими башмаками. Вверху бочки вместо крыши — резиновая шторка, которая плотно облегает туловище (рис. 29). Если откачать из костюма воздух, то нижняя часть тела окажется в более разреженной атмосфере, чем верхняя. Эффект действия разрежения известен давно и с успехом применяется, например, для лечения простудных заболеваний, когда ставят медицинские банки, действие которых многие испытали на себе.

Применяя и совершенствуя комплекс специальных мероприятий, удалось значительно увеличить время пребывания космонавтов на орбитальной космической станции.

Тем не менее ни один специалист не возьмет на себя смелости сказать: если человек может жить в невесомости несколько месяцев, значит, благополучно проживет год, два и более. Это можно будет установить только тогда, когда достаточное число людей благополучно перенесет состояние невесомости, пробыв в ней год-два.

Миллионы лет все живое на Земле формировалось, развивалось, приспосабливаясь к земной тяжести. И если организм в течение длительного времени не сможет пере-

носить состояние невесомости, то придется на корабле создать искусственную силу тяжести.

13 мая 1982 г. на корабле «Союз Т-5» стартовал первый экипаж станции «Салют-7» в составе командира корабля подполковника А. Н. Березового и бортинженера Героя Советского Союза В. В. Лебедева. После стыковки со станцией «Салют-7» космонавты проверили работоспособность ее систем и приступили к намеченной программе исследований и экспериментов. А. Н. Березовой и В. В. Лебедев подготовили к запуску и через шлюзовую камеру вывели в открытый космос малый искусственный спутник Земли «Искра-2». 30 июля космонавты надели скафандры и вышли в открытый космос для демонтажа и частичной замены аппаратуры, установленной на внешней поверхности станции. Были проверены также новые инструменты, предназначенные для монтажных работ снаружи станции.

24 июня 1982 г. был осуществлен запуск космического корабля «Союз Т-6». Корабль пилотировал международный экипаж: командир корабля дважды Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР В. А. Джанибеков, бортинженер Герой Советского Союза А. С. Иванченков и космонавт-исследователь гражданин Французской Республики Жан-Лу Кретьен. После стыковки со станцией «Салют-7» экипаж приступил к выполнению намеченной программы — изучал состояние человеческого организма в условиях невесомости, с помощью изготовленной во Франции аппаратуры определял показатели, характеризующие функции сердца. Космонавты проводили эксперименты по изучению атмосферы Земли, межпланетной среды, галактических и внегалактических источников излучения. 2 июля после успешного завершения программы совместных исследований и экспериментов космонавты возвратились на Землю.

Космический корабль «Союз Т-7» стартовал 19 августа 1982 г. Его экипаж составляли командир корабля дважды Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР полковник Л. И. Попов, бортинженер кандидат технических наук А. А. Серебров и космонавт-исследователь С. Е. Савицкая. 20 августа была осуществлена стыковка корабля «Союз Т-7» с орбитальным комплексом «Салют-7» — «Союз Т-5». Впервые в истории космонавтики на станции стала работать женщина-космонавт. И естест-

венно, основное внимание врачей в научной программе этой экспедиции привлекали медико-биологические воздействия на женский организм факторов космического полета.

В полете экипаж проводил исследования по получению высокочистых биологически активных веществ в условиях невесомости с помощью электрофореза. Космонавты изучали земную атмосферу, источники космических излучений. 27 августа после завершения программы экипаж вернулся на Землю.

10 декабря 1982 г. А. Н. Березовой и В. В. Лебедев тоже вернулись на Землю. Спускаемый аппарат корабля «Союз Т-7» сел в 190 км восточнее города Джезказгана. Экипаж доставил богатый научный материал: фото- и кинопленку, магнитные ленты, бортовые журналы с результатами исследований, биологические объекты, с которыми проводились исследования. Пребывание космонавтов в полете от момента старта «Союза Т-5» до посадки составило 211 сут 9 ч, т. е. около семи месяцев.

А станция «Салют-7» продолжала свой полет, готовясь принять следующие экипажи.

В марте 1983 г. в СССР на орбиту искусственного спутника Земли была выведена автоматическая станция «Астрон». На ее борту были установлены ультрафиолетовый телескоп и комплекс рентгеновских спектрометров для исследования галактических и внегалактических источников электромагнитного излучения. Сильно вытянутая орбита станции «Астрон» (высота в перигее 2 тыс. км, в апогее 200 тыс. км) была выбрана с целью избежать влияния частиц высоких энергий из радиационных поясов. Сердце этой станции — солнечно-звездная система астроориентации, позволяющая наводить ультрафиолетовый или рентгеновский телескоп на исследуемый объект. Обработку данных, получаемых со страницы «Астрон», выполняют мощные ЭВМ.

20 апреля 1983 г. был осуществлен запуск космического корабля «Союз Т-8», пилотируемого экипажем в составе командира корабля подполковника В. Г. Титова, бортинженера Г. М. Стрекалова и космонавта-исследователя А. А. Сереброва. Из-за отклонения от предусмотренного режима сближения стыковка корабля «Союз Т-8» с орбитальной станцией «Салют-7» была отменена. 22 апреля 1983 г. спускаемый аппарат корабля «Союз Т-8» совершил посадку вблизи города Аркалыка.

Космический корабль «Союз Т-9», пилотируемый экипажем в составе командира корабля Героя Советского Союза летчика-космонавта СССР В. А. Ляхова и бортинженера А. П. Александрова, взял старт 27 июня 1983 г. На следующий день корабль был состыкован с орбитальным комплексом. Перейдя на борт станции, экипаж перевел ее в режим пилотируемого полета, расконсервировал системы жизнеобеспечения, установил новые блоки очистки в системе регенерации воды из атмосферной влаги.

В процессе полета В. А. Ляхов и А. П. Александров провели фотосъемку обширных территорий Советского Союза, собрали информацию о состоянии сельскохозяйственных угодий. Космонавты посеяли семена пшеницы и поддерживали необходимые условия для их развития. В электронагревательной печи «Кристалл» были проведены две плавки. Цель их — получение кристаллов полупроводникового материала — селенида кадмия.

1 ноября космонавты вышли в открытый космос и установили дополнительную солнечную батарею для увеличения мощности системы электропитания. Космонавты работали в открытом космосе около трех часов. 3 ноября экипаж осуществил еще один выход в космос. Космонавты установили вторую дополнительную солнечную батарею. Успешное выполнение монтажно-сборочных работ стало новым этапом в освоении космоса. Такая работа в космосе осуществлялась впервые. Поэтому на Земле тщательно отрабатывалась каждая операция. Тренировки проводились в гидробассейне в условиях моделированной невесомости. Когда космонавты монтировали солнечные батареи, синхронно с ними аналогичную работу в гидролаборатории выполняла группа специалистов. В случае затруднений дублирующая группа могла оказать помощь своими рекомендациями.

Во время полета В. А. Ляхов и А. П. Александров продолжили эксперименты под общим названием «Таврия». Суть их заключалась в получении высокочистых биологически активных веществ методом электрофореза. Начал эти эксперименты на «Салюте-7» экипаж Л. И. Попова, А. А. Сереброва и С. Е. Савицкой. Затем А. Н. Березовой и В. В. Лебедев продолжили исследования и привезли с собой компоненты разделенного в космосе вещества. В результате проведенной работы было получе-

но восемь ампул особо чистых противовирусных препаратов — антигенов вируса гриппа. 23 ноября 1983 г. космонавты В. А. Ляхов и А. П. Александров возвратились на Землю.

8 февраля 1984 г. был осуществлен запуск космического корабля «Союз Т-10» с экипажем в составе командира корабля Героя Советского Союза летчика-космонавта СССР полковника Л. Д. Кизима, бортинженера В. А. Соловьева и космонавта-исследователя кандидата медицинских наук О. А. Атькова.

С 3 по 11 апреля 1984 г. проходил полет советско-индийского экипажа, стартовавшего на корабле «Союз Т-11». В состав экипажа вошли командир корабля Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР полковник Ю. В. Малышев, бортинженер Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР Г. М. Стрекалов, космонавт-исследователь гражданин Республики Индия Ракеш Шарма. За время полета международный экипаж полностью выполнил запланированную научную программу, подготовленную совместно учеными и специалистами Советского Союза и Индии. С целью исследования природных ресурсов Земли и изучения окружающей среды космонавты проводили фотографирование территории Индии и отдельных районов акватории Индийского океана.

В полночь с 18 на 19 июля 1984 г. население космоса увеличилось вдвое. На станцию «Салют-7», где уже полгода работали Л. Д. Кизим, В. А. Соловьев и О. А. Атьков, прибыл экипаж в составе командира корабля дважды Героя Советского Союза летчика-космонавта СССР полковника В. А. Джанибекова, бортинженера Героя Советского Союза летчика-космонавта СССР С. Е. Савицкой и космонавта-исследователя И. П. Волка. Их космический корабль «Союз Т-12» взял старт 17 июля 1984 г.

29 июля после завершения программы совместных работ экипаж корабля «Союз Т-12» вернулся на Землю. Командировка на орбиту, продолжавшаяся почти 12 сут, была завершена. Выдающимся событием этого полета стал выход женщины-космонавта в открытое космическое пространство, осуществленный впервые в истории пилотируемых полетов в космос. В течение 3 ч 35 мин В. А. Джанибеков и С. Е. Савицкая, находившиеся вне

станции, вели испытания нового универсального инструмента для резки, сварки, пайки металлических пластин и напыления покрытий. Значительное место в работе экипажа посещения было отведено экспериментам по космической технологии и биотехнологии. На Землю были доставлены полученные в условиях невесомости сверхчистые биологически активные вещества и образцы конструкционных материалов, находившиеся длительное время в открытом космическом пространстве.

КОСМИЧЕСКИЕ ПОСЕЛЕНИЯ

Вернемся к вышедшей в 1926 г. работе К. Э. Циолковского «Исследование мировых пространств реактивными приборами». Она вызвала горячие споры в научном мире: шутка ли, в ней всерьез говорилось о космических поселениях, более того, приводились соответствующие расчеты и проекты.

«Мы можем достигнуть завоевания Солнечной системы очень доступной тактикой,— писал Циолковский.— Решим вначале легчайшую задачу: устроить эфирное поселение поблизости от Земли в качестве ее спутника на расстоянии 1—2 тысяч километров от поверхности вне атмосферы... Поселившись тут, получим надежную и безопасную базу, освоившись хорошо с жизнью в эфире (в материальной пустоте), мы уже более легким путем будем удаляться от Земли и Солнца, вообще разгуливать, где нам понравится».

История науки знает немало примеров, когда новые открытия, изобретения, идеи не сразу находили признание и понимание современников, даже выдающихся ученых. Кеплер не признавал гелиоцентрической системы Коперника. Когда в 1926 г. был открыт пенициллин, газеты писали: «Возможно, через столетие чудесное снадобье господина Флеминга совершит истинную революцию в медицине». Никому и в голову не приходило, в том числе и самому Флемингу, что не через сто лет, а в самом скором времени пенициллином будут исцеляться тысячи людей. Резерфорд даже накануне своей смерти, в 1937 г., был убежден, что ядерную энергию невозможно практически использовать. Время приблизило нас и к осуществлению мечты Циолковского о космических по-

селениях, они появятся, может быть, гораздо раньше, чем нам кажется.

Конечно, сейчас довольно трудно говорить в деталях об астроинженерных сооружениях. Это дело завтрашней техники. Но можно сказать, что астроинженерные сооружения должны быть огромны как по объему (чтобы разместить значительную часть населения), так и по размерам поверхности (чтобы получить значительную энергию, излучаемую Солнцем). Словом, они должны удовлетворять принципу: максимальные объемы и поверхность при минимальных затратах материалов.

Наше время породило много проектов космических поселений. В 1974 г. профессор Принстонского университета (США) Джерар О'Нилл, известный своими работами в области физики высоких энергий, опубликовал один из таких проектов. По замыслу О'Нилла, гигантские космические поселения должны расположиться в точке пространства, через которую проходит орбита Луны. Стабильность обеспечивается совместными действиями сил притяжеиия Земли, Солнца и Луны. Космический поселок, построенный здесь, не будет «плавать», а навечно останется висеть в определеином месте.

О'Нилл предположил, что к 2074 г. бо́льшая часть человечества будет жить в космосе в условиях неограниченных ресурсов энергии, изобилия пищи и материальных средств. Земля же, по его мнению, превратится в огромный парк, свободный от индустрии, восстаиавливающий свои силы.

По О'Ниллу, первая модель космического поселения могла бы иметь диаметр 100 м, длину 1 км, период вращения 21 с. В подобиом сооружении разместилось бы около 10 тыс. человек. Затем еще дважды площадь поселений возрастает в 10 раз, а далее конструируется четвертая модель диаметром 6—7 км и длиной 30—40 км. Период ее вращения около 2 мин. Во второй модели проживало бы 100—200 тыс. человек, в третьей — до 2 млн. человек. Поселение четвертой модели вмещало бы уже около 20 млн. человек.

Более 90% материалов для постройки первой модели ее автор предлагает взять с лунной поверхности. Выгоднее всего, по его мнению, строить из алюминия и стекла: материалов для их производства иа Луне много. С Земли следует привезти только машины, иекоторое оборудова-

ние, жидкий водород (кислород на Луне есть). Понадобится доставить с Земли на место сборки около 4 тыс. т оборудования, более 5 тыс. т жидкого водорода. Разумеется, с Земли прибудут несколько тысяч строителей.

О'Нилл придумал специальную электрнческую катапульту, которая призвана «вышвыривать» грузы массой до 20 кг за пределы лунного притяження. По его проекту, в космосе будет построена специальная «ловушка» для этих лунных посылок.

Космическое поселение представляет собой замкнутую экологическую систему, полностью обеспечивающую себя энергией и сельскохозяйственнымн продуктами. Каждая модель может существовать долгое время, не загрязняя окружающей среды и используя для своего развития лишь тот материал, который она будет добывать в космосе.

Основной структурный элемент постройки — цилиндр, разделенный на шесть продольных секторов (рнс. 30). Он может быть собран нз продольных лонжеронов (например, стальных канатов) н кольцевых шпангоутов. Три сектора делаются из прозрачных материалов, на трех других, чередующихся с нимн, расположены полезные площади (О'Нилл называет их долинами), в основанне которых положено покрытне нз тнтана и алюминия. Атмосфера внутри цилиндров — обычных для Земли состава н давления.

Цнлиндры должны вращаться вокруг своей осн с такой скоростью, чтобы центробежное ускоренне на их внутренней поверхности было равно (нли несколько меньше) земному ускорению снлы тяжести. Требовання к прочностн конструкции определяются тем, что надо обеспечить атмосферное давление внутрн цнлиндра н сохранность последнего при действин центробежных сил.

Цнлнндры ориентируются в пространстве так, чтобы их основанне было всегда направлено на Солнце. На обращенной к Солнцу торцевой частн цнлнндра расположена солнечная электростанцня. Прозрачные секторы снабжены подвнжнымн ставнями-зеркалами. Когда окна открыты, ставнн отражают солнечный свет внутрь цилиндра. Меняя угол наклона ставень, можно менять количество отраженного солнечного света и таким образом создавать иллюзню постепенного изменення освещенности в течение дня. На «ночь» ставни закрываются. В по-

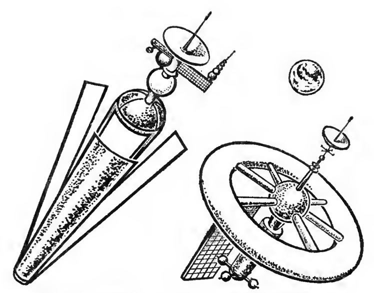


Рис. 30. Возможно, так будут выглядеть гигантские «эфириые поселения»

селеннн возможна не только регулярная смена суток, но н смена времен года.

Непрозрачные секторы — долнны — покрыты слоем грунта толщнной около 1,5 м, с помощью которого может быть создан холмистый пейзаж. Диаметр цнлнндра настолько большой, что свет, рассенваясь в воздухе, создает впечатленне голубого неба. В атмосферу цнлиндров можно добавлять водяной пар такой концентрации, что появятся облака, может пойтн дождь.

Долины предполагается застроить жнлымн домами, вокруг которых будут разбиты сады и парки. Индустриальные и сельскохозяйственные площади будут вынесены в отдельные районы илн на специальные сооружения, воздвигнутые с учетом требованнй максимальной эффективности технологнческих процессов н наибольшей экономии.

Проект О'Нилла вызвал споры. Жнть ли людям внутри цилиндра илн громадного вращающегося кольца тора? В кольце, рассуждают его сторонннки, поселенец

не будет видеть конца своей «вселенной», его психика не будет травмироваться.

О метеорной опасности О'Нилл высказался скептически: «Вероятность столкновения метеорного тела весом в 1 т с колонией ничтожна: в среднем один раз в миллион лет. А «камешки» поменьше хоть и не столь редки, но катастрофы не вызовут, тут метеорная опасность будет сопряжена в основном с мелким ремонтом». Гораздо более сложна проблема защиты от излучений. Особенно остро она была бы ощутима в самой маленькой модели.

В проекте О'Нилла смущает многое, например, плотность населения примерно такая же, как в современных больших городах. Многовато! Особенно если учесть, что в выходной день за город, на приволье полей и лесов, не выедешь. А что в этих «закупоренных банках» поделать с жаждой новых впечатлений, тягой к перемене мест, тоской по далекому горизонту?

Что же касается высказываний некоторых органов зарубежной печати о том, что космические поселения — одно из средств разрешения социальных противоречий современного буржуазного общества, создания идеального общества, то следует заметить, что никакие технические достижения не в состоянии сами по себе изменить мир. В космическом поселении сложится атмосфера создавшего его общества.

Выбор индивидуумом добра или зла, считал К. Маркс, социально обусловлен. Именно социальные механизмы побуждают человека поступать так или иначе. «С моей точки зрения,— писал К. Маркс,— меньше, чем с какой бы то ни было другой, отдельное лицо можно считать ответственным за те условия, продуктом которых в социальном смысле оно остается...» Чтобы изменить человека и отношения, существующие между людьми, нужно изменить то, что лежит в их основе,— отношения социальные. Жизнь показывает: в основе нравственного прогресса лежит прогресс социальный.

Конечно, и сегодня нам все еще трудно представить в подробностях постоянную жизнь людей в космосе. Наши представления о космическом быте в основном ограничены тем, что мы знаем о реальных орбитальных космических станциях. Однако создание космических поселений уже не представляется нам чем-то невероятным.

АВИАЦИЯ НА ПОРОГЕ КОСМОСА

СПАСИТЕЛЬНОЕ КРЫЛО

Описанные ракеты с их мощными двигателями и сложными системами служат всего лишь раз. Произведен запуск, полезный груз выведен на космическую орбиту, а ракета гибнет.

Чтобы создать космическую ракету, пригодную для повторного запуска, нужно обеспечить ее возврат на Землю без сколько-нибудь серьезных повреждений. Как же этого добиться? Может быть, спускать отработанные ступени на Землю на парашютах? А может быть, вместо парашюта использовать специальное надувное планирующее крыло — пароплан? Или применить тормозные ракетные двигатели?

Пожалуй, наиболее перспективен иной путь, кстати уже проверенный практикой. Речь идет о крылатой ракете. Именно крыло — основа современной авиации — может стать в буквальном смысле спасительным для космических ракет.

Запуски крылатых ракет можно производить с аэродромов и на тот же аэродром совершать посадку, используя чудесные возможности планирующего крыла. Расчеты показывают, что крылатые носители выгоднее существующих: ведь при полете в атмосфере ракета опирается не на реактивную струю двигателя, а на крыло, создающее подъемную силу. Инженеры называют крыло несущей плоскостью. Эта несущая плоскость — основа основ авиации.

Необходимо отметить, что русские ученые внесли большой вклад в аэродинамику — науку, занимающуюся изучением летных характеристик самолетов. Идея постройки цельнометаллического аэроплана принадлежит К. Э. Циолковскому. Этот аэроплан, как писал сам Циолковский, имеет форму «застывшей парящей птицы, но вместо ее головы вообразим два гребных винта, вращающихся в разные стороны... Мускулы животного мы заменим взрывными нейтральными двигателями. Они не требуют большого запаса топлива (бензина) и не нуж-

даются в тяжелых паровиках и больших запасах воды...»

Крылья цельнометаллического аэроплана Циолковского — толстого профиля, фюзеляж — обтекаемой формы. Циолковский впервые в истории развития самолетостроения подчеркнул необходимость улучшения обтекаемости аэроплана для получения больших скоростей.

Значительных успехов достигла аэродинамическая наука, когда за исследовательскую работу взялись такие ученые, как Н. Е. Жуковский, С. А. Чаплыгин.

В. И. Ленин назвал Жуковского «отцом русской авиации». Вокруг Жуковского сплотилась большая группа учеников, состоявшая в основном из студентов Московского высшего технического училища.

В 1918 г. был основан Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ). Руководителем этого крупнейшего научно-исследовательского подразделения стал Н. Е. Жуковский. После смерти Жуковского институт возглавил С. А. Чаплыгин, которому наука обязана рядом блестящих работ, в частности по течениям газа с большими скоростями, что позволяет считать его основоположником газовой динамики.

При движении крыла в воздушном потоке возникают две силы: одна направлена вверх и называется подъемной силой, другая действует вдоль скорости движения и называется лобовым сопротивлением. Когда мы проводим ладонью по воде, то чувствуем, как жидкость сопротивляется движению руки, точно старается притормозить ее. Подобно этому воздух сопротивляется движению самолета. Так возникает лобовое сопротивление, оказываемое потоком воздуха, обтекающим самолет.

Если тело движется в потоке воздуха с дозвуковой скоростью, то создаваемое им возмущение, связанное с торможением потока, распространяется в виде волн давления против потока, далеко вперед от передней части тела. Это приводит к тому, что поток задолго до подхода к телу начинает деформироваться и приспосабливаться к его обтеканию.

В случаях обтекания тела сверхзвуковым потоком впереди образуется так называемый скачок уплотнения. Наибольшую интенсивность он имеет непосредственно перед телом. По мере удаления от него интенсивность возмущений ослабевает. Вдали от тела скачок уплотнения постепенно переходит в волну слабых возмущений.

Основная особенность скачка уплотнения в том, что фронт его весьма узок. В связи с этим происходят резкое ударное уменьшение скорости потока и увеличение давления, температуры и плотности воздуха.

Скачок уплотнения — граница, разделяющая поток на две части: невозмущенную (перед фронтом скачка) и возмущенную (за фронтом скачка). Между фронтом скачка и передней, лобовой поверхностью тела находится прослойка воздуха со значительно повышенным давлением. Для набегающего невозмущенного потока она представляет преграду, преодолевая которую поток испытывает своеобразный удар.

Торможение потока на скачке уплотнения приводит к тому, что часть кинетической энергии необратимо переходит в тепло. Потеря энергии — причина сопротивления особого рода — волнового, возникающего лишь при наличии сверхзвуковых зон обтекания.

Величина волнового сопротивления зависит от скорости полета. Режим полета может характеризоваться числом Маха M ($M = \frac{v}{a}$, где v — скорость полета, a — скорость звука).

Одно из основных средств, уменьшающих волновое сопротивление крыла,— придание ему стреловидной формы в плане. Такое крыло при заданной скорости полета имеет меньшее волновое сопротивление по сравнению с крылом, у которого передняя кромка расположена перпендикулярно набегающему потоку.

Прямое крыло обтекается потоком, имеющим скорость v. У стреловидного крыла вектор скорости набегающего потока составляет некоторый угол с передней кромкой крыла. При разложении этого вектора получается скорость v_1, направленная вдоль крыла, и скорость v_2, направленная перпендикулярно кромке крыла. Поток, движущийся со скоростью v_1, параллельно размаху крыла, не оказывает влияния на величину волнового сопротивления. Изменяет его лишь поток, движущийся перпендикулярно кромке крыла, со скоростью v_2, которая меньше скорости набегающего потока. Таким образом, у стреловидного крыла возникновение и развитие волнового сопротивления наступает позже и будет происходить более плавно, чем у крыла, не имеющего стреловидности.

Для уменьшения волнового сопротивления крыла применяют специальные скоростные профили малой относительной толщины (тонкие профили). Это вызвано тем, что волновое сопротивление пропорционально квадрату относительной толщины профиля крыла. Чем меньше относительная толщина профиля крыла, тем меньше волновое сопротивление.

Использование тонких крыльев связано с большими конструктивными трудностями, особенно если крылья имеют большую стреловидность. Поэтому на сверхзвуковых самолетах применяют треугольные крылья с малым размахом, но с большой хордой. Такие крылья позволяют заметно уменьшить влияние волнового кризиса. Они имеют еще и то достоинство, что вследствие малого размаха испытывают сравнительно небольшие нагрузки от изгиба. Можно обеспечить достаточную их прочность и использовать преимущества тонкого профиля.

Аэродинамические характеристики крыла, фюзеляжа, оперения и самолета в целом в значительной степени зависят от скорости и высоты полета, а также от взаимного расположения частей самолета.

Строго говоря, каждому режиму полета (числу M) соответствует оптимальная с точки зрения аэродинамического качества компоновка самолета.

Конструкторы стараются выбирать такие формы отдельных частей и такую компоновку самолета, которые обеспечивали бы получение максимального аэродинамического качества.

Аэродинамические характеристики самолета при изменении скорости полета могут существенно меняться.

Современные самолеты имеют широкий диапазон скоростей полета: от малых, дозвуковых скоростей до скоростей, в несколько раз превосходящих скорость звука.

При увеличении стреловидности крыла уменьшается лобовое сопротивление при больших сверхзвуковых скоростях полета, но возникают затруднения в получении хороших взлетно-посадочных характеристик. Конструкторы пытаются найти выход из положения, создавая машины с изменяющейся в полете стреловидностью. Сверхзвуковые самолеты строятся с тонкими крыльями и вытянутым тонким фюзеляжем, имеющим заостренную носовую часть и минимальное количество выступающих частей.

ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Принципиальное отличие воздушно-реактивных двигателей от ракетных состоит в том, что необходимый для сгорания горючего кислород находится не на борту, а добывается из окружающей атмосферы. А это дает серьезный выигрыш в экономичности, так как масса требуемого кислорода примерно в 4—6 раз превышает массу горючего.

Установка воздушно-реактивных двигателей на космические летательные аппараты позволит им совершать взлет с бетонной дорожки космодрома подобно тому, как это делают современные самолеты. Кроме того, существенно уменьшится стартовый вес системы и стоимость доставки на орбиту 1 кг полезного груза. К достоинствам горизонтального старта можно отнести и меньшую энерговооруженность (отношение тяги двигателя к стартовой массе), а следовательно, и меньшую массу двигателя.

Теория воздушно-реактивных двигателей основана на фундаментальной работе Б. С. Стечкина «Теория воздушно-реактивного двигателя», которую выдающийся советский ученый, впоследствии академик, опубликовал в 1929 г. Стечкин был специалистом в области механики. Однако наибольшее количество его работ относится к газодинамике и теплотехнике. Он создал методологию расчета поршневых двигателей, заложил основы их проектирования. Стечкин являлся одним из организаторов ЦАГИ, был руководителем его винтомоторного отдела, в 30-е годы работал заместителем начальника ЦИАМ. Многие ученые, конструкторы, инженеры с гордостью называют себя его учениками.

Б. С. Стечкин уделял немало внимания возможности использования воздушно-реактивных двигателей для разгона и возвращения на Землю космических летательных аппаратов. В 1965 г. он опубликовал статью «О прямоточных воздушно-реактивных двигателях для космических аппаратов». Изложив свои взгляды на применение этих двигателей, он указал пути их дальнейшего усовершенствования.

Стечкин опирался на работы русских и советских ученых, которые внесли существенный вклад в создание и развитие воздушно-реактивных двигателей. Еще в

1849 г. И. И. Третесский разработал эскизы ракетных летательных аппаратов, которые должны были приводиться в действие с помощью пара. В 1866 г. Н. М. Соковкин в работе «Воздушный корабль» описал устройство аэростата, для приведения в действие которого использовалась реактивная сила. В 1868 г. Н. А. Телешов получил патент на реактивный самолет. В 1880 г. С. С. Неждановский на основании теоретических исследований и расчетов пришел к выводу о возможности постройки реактивного летательного аппарата. В 1923 г. В. И. Базаров разработал проект газотурбинного двигателя с центробежным компрессором. В проекте присутствовали основные черты современных газотурбинных двигателей.

В тридцатые годы разработки воздушно-реактивных двигателей велись особенно интенсивно. Первым турбореактивным двигателем, проходившим в 1939 г. испытания в воздухе, был двигатель немецкой фирмы «Хейнкель», установленный на самолете Хе-178.

В 1937 г. в СССР А. М. Люлька разработал конструкцию турбореактивного двигателя с осевым компрессором и кольцевой камерой сгорания. Этот проект на много лет опередил разработку двигателей такого типа иностранными фирмами. В 1939 г. началось строительство авиационного турбореактивного двигателя РД-1 по предложенной А. М. Люлькой схеме. Война помешала его испытаниям и доводке. После войны двигатель был реализован. Первенец отечественного турбореактивного двигателестроения ТР-1 устанавливался на многих самолетах самого разного назначения.

Рассмотрим воздушно-реактивные двигатели подробнее.

Турбореактивный двигатель состоит из входного устройства, компрессора, камеры сгорания, газовой турбины и выходного сопла (рис. 31 А). Атмосферный воздух поступает во входное устройство, где происходит его небольшое сжатие от скоростного напора. Затем поток воздуха направляется в компрессор, в котором давление еще больше увеличивается. Из компрессора сжатый воздух устремляется в камеру сгорания, куда через форсунки впрыскивается мелкораспыленное горючее. В результате смешения воздуха и горючего получается топливно-воздушная смесь, которая, сгорая, об-

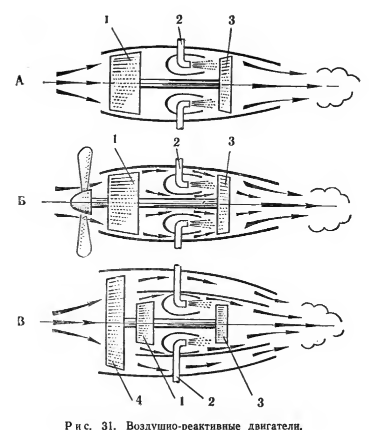


Рис. 31. Воздушно-реактивные двигатели.

А — схема турбореактивного двигателя:
1 — компрессор; 2 — горючее; 3 — турбина.

Б — схема турбовинтового двигателя:
1 — компрессор; 2 — горючее; 3 — турбина.

В — схема двухконтурного турбореактивного двигателя:
1 — компрессор; 2 — горючее; 3 — турбина; 4 — вентилятор

разует рабочее тело — горячие газы. Выходя из камеры сгорания, газы приводят во вращение турбину, а турбина — компрессор. Газы с большой скоростью выходят из реактивного сопла. При этом образуется сила тяги.

Наиболее простой метод повышения тяги турбореактивного двигателя — увеличение расхода воздуха. Од-

нако это требует увеличения размеров, а следовательно, и массы двигателя. Другой метод повышения тяги — увеличение скорости газов на выходе из двигателя. Достигается это за счет сжигания горючего в специальных устройствах, называемых форсажными камерами. Все современные турбореактивные двигатели, устанавливаемые на сверхзвуковых самолетах, снабжены форсажными камерами. Важными показателями, характеризующими работу турбореактивного двигателя, являются удельный расход топлива и удельная масса двигателя.

Удельным расходом топлива называется отношение часового расхода топлива к тяге двигателя. Эта величина характеризует экономичность двигателя. Чем она меньше, тем более экономичен двигатель. Удельный расход топлива при полете на крейсерском режиме составляет 0,7—0,8 кг/кгс тяги в час.

Удельной массой двигателя называется отношение массы двигателя к развиваемой им тяге при работе на месте. Удельная масса современных мощных турбореактивных двигателей составляет примерно 0,16 кг/кгс тяги.

Турбореактивный двигатель может обеспечить полет до скорости примерно 1 км/с (3 М). Он выгоден в диапазоне скоростей полета, при которых давление поступающего в двигатель воздуха меньше давления газа за турбиной. Если же давления равны, компрессор становится ненужным. В этом случае можно прямо из заборника направлять воздух в камеру сгорания двигателя. Равные давления достигаются как раз при скорости полета около 3 М.

Советские инженеры и конструкторы оснащают нашу авиацию отличными турбореактивными двигателями. Коллективы, руководимые конструкторами С. К. Туманским, А. М. Люлькой, А. А. Микулиным, Н. Г. Кузнецовым, А. Г. Ивченко и другими, создали и создают современные двигатели с высокими характеристиками.

В турбовинтовом двигателе, в отличие от турбореактивного, в реактивную тягу превращается лишь небольшая часть энергии горячих газов. В основном она используется турбиной, которая заставляет работать не только компрессор, но и воздушные винты. Они-то и создают главную силу тяги, заставляющую аппарат стремительно двигаться вперед (рис. 31 Б). Турбо-

винтовые двигатели установлены на четырехмоторном транспортном самолете Ил-18.

В последнее время все более широкое применение находят двухконтурные, или, как их часто называют, турбовентиляторные воздушно-реактивные двигатели (рис. 31 В). По своим характеристикам они занимают промежуточное положение между турбореактивными и турбовинтовыми двигателями.

Двухконтурный двигатель обходится без самолетного винта. Как и в турбореактивном двигателе, тяга создается струей газов, вырывающихся из сопла. Здесь действует тот же «маршрут» движения газов: воздухозаборщик — компрессор — камера сгорания — турбина — сопло. Но есть и второй, внешний контур — тоннель, в который воздух засасывается через воздухозаборник вентилятором и выбрасывается через сопло. Вентилятор — диск с лопатками-лопастями — насаживается на вал компрессора или турбины. Он играет роль воздушного винта небольшого диаметра, вращающегося с большим числом оборотов внутри кожуха двигателя.

При полете самолета с прямоточным воздушно-реактивным двигателем (ПВРД) встречный поток воздуха, набегающий на двигатель, тормозится перед входом в него и во входном устройстве (диффузоре). Величина повышения давления в двигателе зависит от скорости полета, поэтому устройство прямоточных воздушно-реактивных двигателей для самолетов с дозвуковыми и сверхзвуковыми скоростями полета различно.

На рис. 32 приведены схемы прямоточного воздушно-реактивного двигателя для летательных аппаратов с дозвуковыми, сверхзвуковыми и гиперзвуковыми скоростями полета. Они отличаются в основном типом входного устройства и выходного сопла. При дозвуковых скоростях полета входное устройство представляет собой расширяющийся канал (диффузор). При сверхзвуковых скоростях полета, если не принять специальных мер, торможение потока происходит в скачке уплотнения и сопровождается большими потерями давления. Поэтому у сверхзвуковых двигателей для уменьшения потерь давления при входе в камеру сгорания устраивается остроконечный конус. (Рис. 32 и многие из последующих рисунков сделаны на основании иностранных источников.)

При гиперзвуковых скоростях полета (больше 6 М)

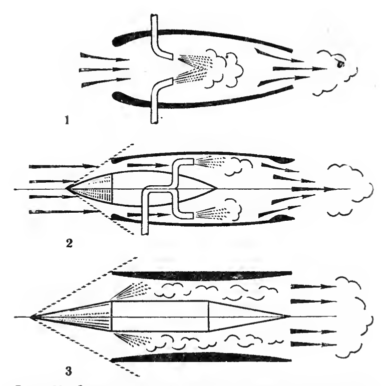


Рис. 32. Схемы прямоточного воздушно-реактивного двигателя: 1 — дозвуковые и малые сверхзвуковые скорости полета — до 600 м/с; 2 — сверхзвуковая скорость полета — до 2 км/с; 3 — гиперзвуковая скорость полета — до 3 км/с

эффективность прямоточного двигателя начинает падать ввиду увеличения потери давления при торможении воздушного потока (до дозвуковой скорости) на входе в камеру сгорания. Наряду с ухудшением эффективности процесса при таких скоростях возникают трудности в организации процесса сгорания топлива. Поэтому у гиперзвукового прямоточного воздушно-реактивного двигателя скорость набегающего потока уменьшается в воздухозаборнике до определенной величины, но, как правило, остается на всех режимах больше скорости звука. Такие двигатели называют двигателями со сверхзвуковым горением (или с самовоспламенением топлива). Ги-

перзвуковой прямоточный воздушно-реактивный двигатель сохраняет эффективность до скоростей полета не выше 12 М.

Идея прямоточного воздушно-реактивного двигателя была выдвинута французским инженером Рене Лореном в начале нашего века. Работы по созданию такого двигателя в СССР были начаты в 30-е годы. В это время Ю. А. Победоносцев, М. С. Кисенко и И. А. Меркулов провели первое испытание данного двигателя. В 1939 г. Меркулов построил и испытал прямоточный воздушно-реактивный двигатель для ракеты Р-3. В том же году спроектированы и изготовлены первые образцы авиационных прямоточных воздушно-реактивных двигателей.

В январе 1940 г. над Москвой пролетел самолет, оставлявший за собой две большие огненные ленты. Москвичи были поражены невиданным зрелищем. Несколько пожарных команд прибыло на центральный аэродром, но их помощь не понадобилась. Это был первый полет самолета И-15-бис с прямоточным воздушно-реактивным двигателем. За рубежом такой двигатель был установлен на самолете позднее. В Германии первые прямоточные воздушно-реактивные двигатели конструкции Е. Зенгера были испытаны только в 1942 г.

Много внимания возможности использования прямоточного воздушно-реактивного двигателя для космических летательных аппаратов — как для их разгона, так и для возвращения на Землю — уделял Б. С. Стечкин. В упомянутой статье «О прямоточных воздушно-реактивных двигателях для космических аппаратов» он писал, что двигатель можно использовать «для разгона ракеты в пределах сплошной атмосферы до скорости, в 7—10 раз превышающей скорость звука... Разгон может быть осуществлен или на особом летательном аппарате, который возвращается на Землю, или непосредственно на самой ракете, на ее первой ступени». Стечкин указал и пути дальнейшего совершенствования двигателя: «Прогресс ожидается, если удастся вести сгорание при большой скорости движения воздуха, так, что набегающий на летательный аппарат воздух будет тормозиться лишь частично. Также большие надежды возлагаются на применение в ПВРД в качестве топлива жидкого водорода».

Расширение диапазона работы воздушно-реактивных двигателей в сторону больших скоростей полета, так же

как и улучшение их экономических характеристик, в настоящее время обоснованно связывается с использованием криогенных топлив, и прежде всего жидкого водорода.

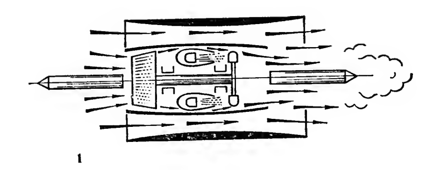
Массовая теплотворная способность водорода составляет 120 тыс. кДж/кг (28 600 ккал/кг), т. е. в 2,8 раза выше, чем у керосина. Существенными недостатками водорода являются его малая плотность (70,9 кг/м^3) и соответственно низкая объемная теплотворная способность.

Увеличение массовой теплотворной способности в 2,8 раза при переходе от керосина к водороду обусловливает примерно пропорциональное уменьшение удельных расходов топлива, но одновременно требует увеличения емкости бака приблизительно в 4,15 раза. Естественно, бак большей емкости будет и более тяжелым.

Итак, прямоточный воздушно-реактивный двигатель эффективен при больших скоростях полета, но не может самостоятельно стартовать и разгоняться. Турбореактивный двигатель, наоборот, при взлете и разгоне развивает хорошую тягу. Возникла мысль объединить двигатели обоих типов в одной силовой установке. Двигатель, в котором органически объединяются турбореактивный и прямоточный воздушно-реактивный двигатели, получил название *турбопрямоточного двигателя*. На взлете и разгоне турбопрямоточный двигатель работает, как турбореактивный, но при скорости полета более 1 км/с переходит на работу по схеме прямоточного воздушно-реактивного двигателя.

Со схематическим устройством турбопрямоточного двигателя можно ознакомиться на рис. 33. При скорости полета до 1 км/с створки раскрываются и прекращают доступ воздуха в двигатель. Одновремено осуществляются впрыск и зажигание топлива в тракте по схеме прямоточного воздушно-реактивного двигателя.

В феврале 1940 г. летчик В. К. Федоров совершил полет на сконструированном С. П. Королевым ракетопланере РП-318-1 с жидкостным ракетным двигателем РДА-1-150. А в мае 1942 г. полетел уже не ракетопланер с небольшим жидкостным ракетным двигателем, а ракетный самолет БИ-1 (рис. 34), разработанный А. Я. Березняком и А. М. Исаевым под руководством В. Ф. Болховитинова. Самолет пилотировал капитан Г. Я. Бахчиванджи. В 1942—1943 гг. на БИ-1 был осуществлен ряд полетов со скоростью до 800 км/ч.



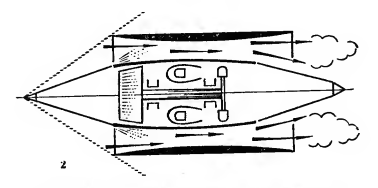


Рис. 33. Схема турбопрямоточного двигателя:
1 — работа по схеме турбореактивного двигателя; 2 — работа по схеме гиперзвукового прямоточного воздушно-реактивного двигателя

На самолете был установлен жидкостный ракетный двигатель Д-1-А-1100, разработанный под руководством Л. С. Душкина. В качестве топлива использовались азотная кислота и керосин. Тяга двигателя регулировалась в пределах 350—1100 кгс. Для запуска двигателя применялось водородно-воздушное топливо.

КАКОЙ МОЖЕТ БЫТЬ КОСМИЧЕСКАЯ АВИАЦИЯ

В настоящее время во многих странах обсуждаются различные варианты транспортных космических систем, способных доставлять на орбиту грузы массой до 500 т

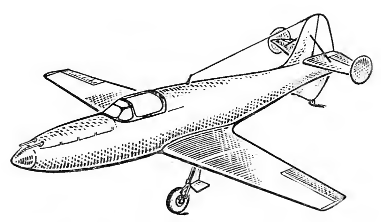


Рис. 34. Самолет с жидкостным ракетным двигателем Д-1-А-1100

и более. Разумеется, нет бесспорных суждений относительно того, какими должны быть космические транспортные системы и аппараты. Идет трудный и интересный процесс научно-технического поиска в области создания новых типов летательных аппаратов, и только опыт, накопленный в процессе их эксплуатации, позволит выбрать оптимальные варианты.

Какими же могут быть транспортные космические системы? Представить это помогает рис. 35.

Рассмотрим транспортные космические системы с дозвуковым самолетом-носителем, в частности транспортную космическую систему, состоящую из самолета-носителя с воздушно-реактивными двигателями и воздушно-космического самолета, снабженного жидкостным ракетным двигателем (рис. 36). Стартовая масса системы составляет 520 т, масса выводимого на орбиту полезного груза — 5 т. Разъединение самолетов происходит на высоте 15—20 км, после чего включаются ракетные двигатели. Дальнейший подъем ракетоплан совершает самостоятельно.

В чем преимущества этой системы? Чтобы ответить на этот вопрос, поглядим, как изменяется расход топлива в процессе разгона до орбитальной скорости при ракетном и самолетном стартах. Разгон до одной и той же скорости этими двумя способами требует разного коли-

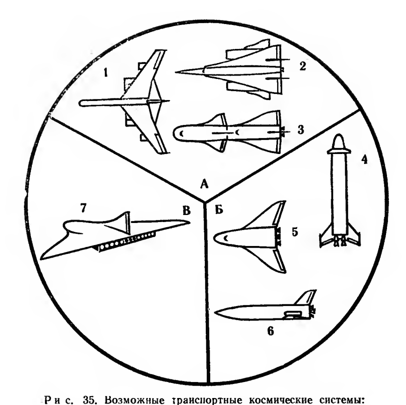


Рис. 35. Возможные транспортные космические системы:
А — двухступенчатые:
1 — с дозвуковым самолетом-носителем; 2 — со сверхзвуковым самолетом-носителем; 3 — для больших грузов;
Б — одноступенчатые:
4 — для вертикального старта; 5 — для горизонтального старта; 6 — для больших грузов;
В — 7 — с турбопрямоточными и жидкостными ракетными двигателями

чества топлива. Например, для разгона трехступенчатой ракеты до 30% орбитальной скорости требуется топливо, составляющее 50% стартовой массы ракетной системы, а до орбитальной скорости — более 85% стартовой массы. Разгон же с помощью самолета-носителя до 30% орбитальной скорости требует расхода топлива, масса которого составляет 7% стартовой массы, а до орбитальной скорости — топлива, масса которого равна 65%

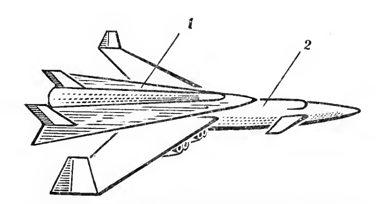


Рис. 36. Возможная схема транспортной космической системы с дозвуковым самолетом-носителем:
1 — воздушно-космический самолет; 2 — самолет-носитель

стартовой массы. Как видим, разница весьма существенная.

Указанные преимущества обусловлены главным образом экономичностью применяемых двигателей. При ракетном старте используют жидкостные ракетные двигатели, экономичность которых относительно низкая. Даже применение таких высокоэффективных топлив, как жидкий водород и жидкий кислород, позволяет получить удельный импульс 420—450 с. А на самолете-разгонщике могут быть применены воздушно-реактивные двигатели, удельный импульс которых существенно больше — 4—5 тыс. с.

Чтобы поднять ракетоплан на возможно большую высоту и разогнать его до возможно большей скорости, лучше всего было бы использовать турбопрямоточные двигатели. Однако таких двигателей нужной мощности еще не существует, хотя в том, что их можно создать, сомнений нет, как нет сомнений и в том, что двигатели, черпающие кислород из атмосферы, а не драгоценный жидкий кислород из баков, будут расходовать несравненно меньше топлива на каждый космический пуск.

Двухступенчатый вариант транспортной космической системы обладает и рядом других преимуществ. Многократно увеличивается число пусковых площадок, в качестве которых могут использоваться аэродромы для

тяжелой авиации, возможна дозаправка самолета в воздухе. Кроме того, наиболее дорогостоящая часть проекта — самолет-носитель — найдет применение в гражданской авиации.

В печати публиковались данные, согласно которым двухступенчатая транспортная космическая система, построенная при современном уровне техники, способна доставить на орбиту полезный груз, масса которого составляет 1,5% стартовой массы (0,8% при одноступенчатой схеме). Будем надеяться, что в обозримом будущем при наличии новых сверхпрочных термостойких материалов и жидкостных ракетных двигателей, работающих на двухкомпонентном горючем (например, жидком водороде и керосине) можно будет повысить эти показатели до 2,5—4% при двухступенчатой схеме (до 1,5—3% при одноступенчатой).

Ракетоплан часто называют воздушно-космическим самолетом. Воздушно-космический самолет будет мало похож на своих «земных» собратьев. Общим у них останется только способ образования подъемной силы с помощью крыла. Ему будут приданы угловатые формы «несущего корпуса», при которых фюзеляж будет обладать подъемной силой и разгрузит крыло. В будущем воздушно-космическим самолетам придется выполнять самые разные задания. Одни могут быть использованы для доставки пассажиров на орбитальные космические станции и для возвращения их на Землю, другие станут перевозить грузы. Размеры грузового отсека позволяют разместить в нем полностью смонтированный спутник Земли или даже целую орбитальную станцию. Выйдя на орбиту, воздушно-космический самолет выпустит груз из своего чрева и возвратится на базу, чтобы в нужное время выполнить новое задание.

Ученые предполагают, что воздушно-космический самолет сможет на время превращаться в космическую научно-исследовательскую лабораторию. Наконец, он может быть использован в качестве машины «скорой помощи» для экипажей, терпящих бедствие, будучи снабжен всем необходимым для ликвидации последствий аварии и для медицинской помощи пострадавшим, а также оборудованием для длительного пребывания космонавтов-спасателей в открытом космосе.

Особые заботы вызывает нагрев воздушно-космиче-

ского самолета при входе в плотные слои атмосферы. Конечно, при этом возникают значительно меньшие тепловые нагрузки, чем при баллистическом спуске космического корабля, имеющего вид шара или конуса. До сих пор космические аппараты выдерживали спуск благодаря наличию уже упомянутого «жертвенного слоя» — специальной обмазки. У воздушно-космического самолета защита от нагрева решается применением теплостойких материалов, способных сохранить прочность при температуре до 1800° С. Наиболее подвержены нагреву передняя часть фюзеляжа, кромка крыла и киля.

Во время взлета и при пробивании плотных слоев воздуха обшивка самолета разогревается. Раскаленная поверхность обтекается потоком газа. Еще более необычна для материалов окружающая среда в момент обратного входа аппарата в атмосферу Земли. В результате торможения большая часть энергии его движения перейдет в тепло. Молекулы воздуха в пограничном слое разрушатся, а осколки — электроны, ионы и ядра атомов — образуют плазму. Соприкасаясь с поверхностью аппарата, плазма сильно нагреет его стенку. На некоторое время он окажется в своеобразном раскаленном мешке.

Требования к системе теплозащиты воздушно-космического самолета весьма высоки. Одно из них — загерметизировать щели между крылом и элевонами, килем и рулем направления, поскольку возникающие в этих зонах вихри могут вызвать интенсивный местный нагрев.

Материалы для теплозащитного покрытия кроме тугоплавкости должны обладать еще рядом качеств, и прежде всего пластичностью. Именно благодаря пластичности изделие не разрушается при тепловом ударе, т. е. при сверхбыстром нагреве в момент входа летательного аппарата в атмосферу Земли.

Поставленным требованиям может удовлетворить теплозащитное покрытие, изготовленное из специальных плиток. Общая площадь теплозащитного покрытия в таком случае превышает 1000 м^2, и весит оно несколько тонн. Очевидно, что это одна из сложнейших проблем, решаемых учеными и инженерами.

Создание крупных конструкций на околоземных орбитах, как уже говорилось, потребует значительного увеличения массы выводимых в космос полезных грузов. Ис-

следованиям перспектив дальнейшего развития транспортных космических систем, способных доставить на орбиту грузы массой несколько сот тонн, уделяется большое внимание.

Описываемые транспортные системы включают крылатые аппараты с вертикальным и горизонтальным стартом, совершающие посадку по-самолетному.

Возможна двухступенчатая крылатая транспортная космическая система тандемного типа для больших грузов — массой до 425 т. Система стартовой массой 9500 т имеет два крылатых аппарата. При старте работают двигатели первой ступени. После израсходования запаса топлива первая ступень отделяется, включаются двигатели второй ступени, которая доставляет груз на орбиту. Каждая ступень этой космической транспортной системы примерно в 2 раза больше современного аэробуса Ил-86.

Расчет стоимости одного полета этого гипотетического варианта показывает, что значительная ее часть будет приходиться на горючее. Для уменьшения стоимости горючего для двигателей первой ступени предполагается использовать метан вместо жидкого водорода, а для двигателей второй ступени — жидкий водород. В качестве окислителя для двигателей первой и второй ступеней используется жидкий кислород.

На рис. 37 представлена одноступенчатая транспортная космическая система. Аппарат взлетает вертикально. Его силовая установка состоит из четырехкамерного жидкостного ракетного двигателя. При работе двигателя сжигаются два вида горючего — жидкий водород и метан. В качестве окислителя используется жидкий кислород. Стартовая масса этого гипотетического аппарата — 600 т, масса полезного груза — 5 т, 85% стартовой массы приходится на топливо.

Горизонтально стартующая одноступенчатая транспортная космическая система с жидкостным ракетным двигателем взлетает со стартовой тележки, разгоняемой пороховыми ракетами. При посадке используется несущая способность крыла.

При стартовой массе около 600 т самолет способен доставить на орбиту полезный груз массой 5 т. Масса полезной нагрузки по отношению к стартовой массе составляет примерно 0,8%. Основной двигательной установкой аппарата является перспективный жидкостный ра-

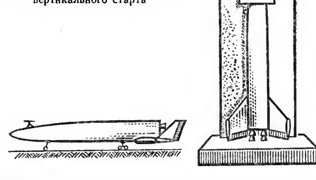


Рис. 37. Возможная схема транспортной космической системы для вертикального старта

кетный двигатель с высоким давлением в камере сгорания, одновременным сжиганием двух видов горючего и раздвижным двухпозиционным соплом.

Как уже отмечалось, создание рассмотренных нами гипотетических летательных аппаратов станет возможным при наличии новых материалов, обладающих повышенной прочностью и теплостойкостью, а также усовершенствованных ракетных двигателей.

Что касается жидкостных ракетных двигателей, то значительный эффект может быть получен при увеличении давления в камере сгорания и применения сопел с изменяемой степенью расширения, способных работать при подаче различного горючего (например, водорода или керосина). Такая комбинация позволит реализовать преимущества углеводородного горючего (большая плотность и малый объем) и водорода (высокий удельный импульс).

Одноступенчатая транспортная космическая система для больших грузов взлетает вертикально, используя тягу всех двигателей. Силовая установка состоит из параллельно работающих жидкостных ракетных двигателей, одна часть которых использует углеводородное горючее и кислород, другая — жидкий водород и жидкий кислород.

Особенностью компоновки аппарата является размещение двигателей в двух гондолах над корневой частью крыла. Это освобождает фюзеляж и позволяет разместить там топливные баки. Цилиндрическая форма фюзе-

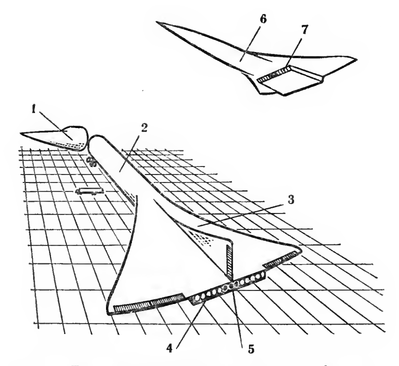


Рис. 38. Проект воздушно-космического самолета с турбопрямоточными и жидкостными ракетными двигателями:

1 — отклоняющаяся носовая часть; 2 — грузовой отсек; 3 — крыло с внутренними баками с жидким кислородом и водородом; 4 — турбопрямоточные двигатели; 5 — жидкостные ракетные двигатели; 6 — бак с керосином; 7 — закрывающиеся воздухозаборники

ляжа выгодна с точки зрения аэродинамического нагрева, летных характеристик и обеспечивает существенное уменьшение массы конструкции.

По мере выгорания горючего возникает проблема сдвига назад центра тяжести. Для этого на орбите перед входом в атмосферу внешние гондолы с двигателями можно отстыковывать и переносить в носовой отсек полезной нагрузки. Стартовая масса аппарата 5600 т, масса выводимого на орбиту груза 200 т, масса топлива, расходуемого на стартовом участке, 5 тыс. т, масса топлива после вывода на орбиту 25 т.

В последние годы изучаются транспортные космиче-

ские системы с комбинированной силовой установкой, включающей несколько турбопрямоточных и жидкостных ракетных двигателей. Один из подобных проектов для доставки на орбиту 90 т полезного груза показан на рис. 38.

Крыло самолета треугольной формы имеет многочисленные отсеки, в которых размещаются жидкий кислород и водород. Под крылом установлены десять турбопрямоточных двигателей, три мощных жидкостных ракетных двигателя и еще два двигателя для совершения маневров на орбите. Стартовая масса самолета 2300 т.

Взлет самолета может происходить с помощью тележки, разгоняемой пороховыми ускорителями. Не исключается применение сбрасываемого шасси, которое после старта спускается на парашюте и может быть снова использовано.

Набор высоты с разгоном до нужной скорости осуществляется с помощью турбопрямоточных двигателей. При дальнейшем разгоне одновременно работают все двигатели, а потом — только жидкостные ракетные двигатели, обеспечивающие выведение самолета на орбиту.

В США разработана частично спасаемая транспортная космическая система «Спейс Шаттл». 12 апреля 1981 г. был осуществлен ее первый запуск. Пилотируемый астронавтами Дж. Янгом и Р. Криппеном космический самолет «Колумбия» совершил первый орбитальный полет продолжительностью 54,5 ч.

Масса всей системы 2040 т. Воздушно-космический самолет может доставить на орбиту полезную нагрузку массой 29,5 т. При взлете работают двигатели, установленные на воздушно-космическом самолете и стартовых ракетах. После того как горючее в ракетах сгорает, они сбрасываются. На заданной высоте срабатывает автомат, и над падающей ракетой открывается купол парашюта. Ракеты используются повторно. Внешний топливный бак не спасается.

Воздушно-космический самолет оснащен пассивной системой теплозащиты, в состав которой входит около 31 тыс. теплозащитных плиток, выдерживающих нагрев до 1650°С. Они изготовлены из термостойких материалов, армированных углеродными волокнами.

Милитаристские круги США используют систему «Спейс Шаттл» главным образом для военных целей.

ЛУНА — НАУЧНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БАЗА

ЧТО МОГУТ АВТОМАТЫ

Порой в ясную лунную ночь во время полнолуния кажется, что до Луны рукой подать. Правда, рука нужна длинноватая — более 380 тыс. км. Интерес к Луне вызывается прежде всего тем, что она ближайшая наша соседка в космосе. Но дело не только в этом. Изучение Луны очень важно для понимания происхождения и эволюции всей Солнечной системы, и в частности Земли.

В 1610 г. итальянский ученый Галилео Галилей впервые направил на Луну объектив сделанного им простейшего телескопа. Наблюдая нашу космическую соседку всего при трехкратном увеличении изображения, Галилей рассмотрел на ее поверхности горы и моря. Морями он назвал обширные темные области, которые показались ему большими водными бассейнами.

К середине нашего века о Луне было известно, что она обращается вокруг нашей планеты по эллиптической орбите со средней скоростью 1,02 км/с и с периодом, равным примерно календарному месяцу.

День на Луне продолжается больше двух земных недель. В это время ее поверхность в экваториальном поясе нагревается солнечными лучами до 130° С. За время лунной ночи температура падает до минус 150° С. Среднее расстояние между Землей и Луной принимается равным 384 тыс. км. Луна в 100 раз ближе к нам, чем ближайшая из планет Солнечной системы Венера при ее минимальном удалении от Земли.

Происхождение многих лунных образований пока остается неясным. Так, например, вопрос о возникновении лунных кратеров (кольцевых гор) и в настоящее время является предметом многочисленных споров.

Радиус Луны 1738 км, диаметр Луны меньше диаметра Земли почти в 4 раза. Ускорение свободного падения на Луне составляет 1,62 м/c^2.

Если у человека на Земле масса тела составляет 80 кг, то на Луне она составит около 13 кг. Попав на Луну и сохранив свою мускульную силу, человек сможет совер-

шать прыжки в 6 раз длиннее, чем на Земле, поднимать в 6 раз большие тяжести, прыгать с высоты 15 м.

Луна повернута к нам всегда одной стороной. О ее обратной стороне до поры до времени никто ничего не знал. Трудно было судить селенологам — ученым, изучающим Луну (Луна — по-гречески Селена),— и о различных физических характеристиках нашего спутника: о химическом и минералогическом составе его поверхности, о строении лунных недр.

И вот пришла космическая эра. Запусками первых искусственных спутников Земли, как мы знаем, была решена крупнейшая научно-техническая проблема — получение первой космической скорости. В результате дальнейшей творческой работы советских ученых, инженеров и рабочих была отработана многоступенчатая ракета, последняя ступень которой достигала второй космической скорости — около 11,2 км/с, что обеспечило возможность межпланетных полетов.

С помощью этой ракеты в январе 1959 г. в СССР был осуществлен запуск первой в мире автоматической межпланетной станции «Луна-1». Станция, весившая вместе с последней ступенью ракеты 1472 кг, пролетела вблизи Луны, на расстоянии менее 6 тыс. км от ее поверхности, и, выйдя на гелиоцентрическую орбиту, стала первой в мире искусственной планетой Солнечной системы. Связь с ней поддерживалась в течение 62 ч до расстояния около 600 тыс. км, что в то время было мировым рекордом дальности космической радиосвязи. А в сентябре того же года состоялся новый старт. «Луна-2» достигла поверхности нашего вечного спутника.

Эти два межпланетных рейса существенно изменили наши представления о космосе. Так, например, стало известно, что Луна, в отличие от нашей планеты, не имеет ни сильного магнитного поля, ни радиационных поясов.

Но «лунный» 1959 год на этом не кончился. В октябре в космическое путешествие отправился следующий лунник. Автоматическая межпланетная станция «Луна-3» принадлежала к космическим аппаратам другого типа — облетным. Совершив облет Луны, станция передала фотографии ее обратной стороны.

Намеченная в Советском Союзе программа исследований Луны не органичивалась фотографированием ее обратной стороны. Шла подготовка к мягкой посадке на

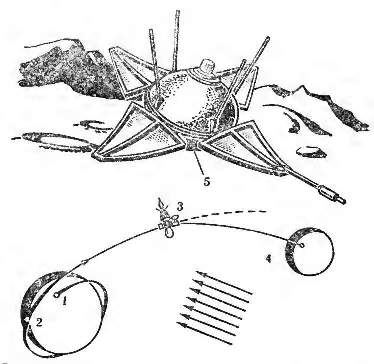


Рис. 39. Автоматическая станция «Луна-9» и схема ее полета: 1 — старт; 2 — разгон с орбиты спутника; 3 — коррекция траектории; 4 — посадка; 5 — посадочный аппарат на поверхности Луны

Луну контейнера с научной аппаратурой. В 1963—1965 гг. в космос были отправлены пять автоматических станций: «Луна-4», «Луна-5», «Луна-6», «Луна-7» и «Луна-8». Они помогли отработать систему мягкой посадки.

Новый этап в исследованиях Луны начался успешным полетом автоматической станции «Луна-9», стартовавшей в январе 1966 г. (рис. 39). Целью полета было решение важнейшей технической задачи космонавтики — осуществления мягкой посадки на Луну.

После посадки «Луна-9» передала на Землю телевизионное изображение лунного ландшафта. Тот факт, что станция не погрузилась в грунт, свидетельствовал о его прочности. Плотность поверхностного слоя лунного грунта оказалась такой же, как у земных зернистых материалов, например пемзы.

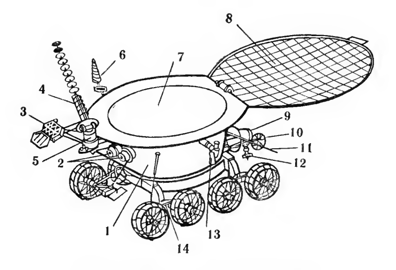


Рис. 40. Самоходный аппарат «Луноход-1»:
1 — герметический приборный отсек; 2 — иллюминаторы телекамер; 3 — оптический уголковый отражатель; 4 — остронаправленная антенна; 5 — привод остронаправленной антенны; 6 — малонаправленная антенна; 7 — радиатор-охладитель; 8 — солнечная батарея; 9 — изотопный источник тепловой энергии; 10 — девятое колесо; 11 — штыревая антенна; 12 — прибор для определения физико-механических свойств грунта; 13 — телефотокамеры; 14 — блок колес шасси

Станция не могла бы прилуниться, используя парашютные системы посадки,— ведь на Луне нет атмосферы, в которой затормозилось бы падение. «Опираться» пришлось на силу тормозного ракетного двигателя.

Не прошло и двух месяцев, как последовал новый шаг в освоении Луны. Покорители космоса салютовали XXIII съезду КПСС созданием первого искусственного спутника Луны. Таким спутником стала автоматическая межпланетная станция «Луна-10». Она была оснащена большим комплексом научной аппаратуры для изучения Луны и окололунного пространства. В том же 1966 г. к Луне стартовали станции «Луна-11», «Луна-12» и «Луна-13».

Дальнейшее развитие космонавтики позволило решить еще более сложную задачу — доставку на Землю лунного грунта. Это сделала станция «Луна-16» в сентябре 1970 г. Станция совершила мягкую посадку на Луну, в район Моря Изобилия, произвела бурение и взяла образцы лунного грунта. С помощью ракеты был осуще-

ствлен старт аппарата с поверхности Луны. Лунный грунт был доставлен на Землю.

А в ноябре 1970 г. станция «Луна-17» доставила на поверхность Луны передвижной аппарат «Луноход-1» (рис. 40). Это был еще один качественно новый шаг в научных исследованиях Луны.

Учеными давно обсуждались способы передвижения по Луне. Предлагались шагающие, прыгающие, ползущие, движущиеся на колесах или гусеницах машины. Большинство специалистов пришло к выводу, что для исследований Луны наиболее подходят колесные варианты луноходов. Именно такое конструктивное решение было принято при создании «Лунохода-1». Конструкция лунохода должна была удовлетворить целому ряду требований, необычных для наземных транспортных средств. Ведь аппарат должен был работать в условиях глубокого вакуума, значительного перепада температур и т. п.

Особые требования предъявлялись к системам управления самоходным аппаратом. Главную трудность при этом представляло огромное расстояние между центром управления и объектом управления. Самоходный аппарат прошел расстояние, равное 10540 м, что позволило ему обследовать лунную поверхность на площади 80 тыс. м². Земляне получили возможность увидеть панораму Луны. Физико-механические свойства лунного грунта исследовались более чем в 500 точках.

В феврале 1972 г. в экспедицию на Луну отправилась автоматическая межпланетная станция «Луна-20». Она доставила на Землю образец лунного грунта из труднодоступного горного района. Теперь можно было сравнивать пробы, взятые из разных областей Луны. Сравнение показало различие в составе грунта лунных морей и материков.

Прошло меньше года — и по лунной целине пролег новый след лунохода: станция «Луна-21» доставила внутрь кратера Лемонье у восточной границы Моря Ясности самоходный аппарат «Луноход-2». И вновь мы увидели панораму Луны.

Первым американским искусственным объектом, достигшим поверхности Луны, был космический аппарат «Рейнджер-4», стартовавший с Земли почти через два с половиной года после полета автоматической межпланетной станции «Луна-2». Полет «Рейнджера-4» был не сов-

сем удачным: пролетев по нерасчетной траектории, он упал на невидимую сторону Луны. Вообще запуски первых американских аппаратов «Рейнджер» по разным причинам оказались неудачными. Лишь космический аппарат «Рейнджер-7» в июле 1964 г. выполнил намеченную программу. За 17 мин до падения он начал передавать на Землю телефотографии лунной поверхности.

В июне 1966 г. мягкую посадку в районе Океана Бурь совершил американский космический аппарат «Сервейер-1». Переданная им информация подтвердила сведения о достаточной прочности грунта на поверхности Луны и об отсутствии там глубоких слоев пыли.

Предпринятая после этого в США попытка посадить на Луну аппарат «Сервейер-2» закончилась неудачно: при подлете к Луне он начал кувыркаться и разбился о ее поверхность. Вслед за этим была осуществлена посадка на Луну аппарата «Сервейер-3», который провел исследования лунного грунта. «Сервейер-4» посадить на лунную поверхность не удалось. Впоследствии США осуществили мягкую посадку еще трех аппаратов этой серии — «Сервейер-5», «Сервейер-6» и «Сервейер-7».

В результате исследований Луны были получены такие выводы:

Луна является мертвым миром, на ней не обнаружено признаков жизни;

Луна не только крайне гориста, но и сплошь усеяна острыми обломками скал и камней, так что передвигаться по ней транспорту крайне трудно;

возраст лунных образцов составляет от 3,1 млрд. до 4,2 млрд. лет, возраст Луны и Земли почти равны (не менее 4,6 млрд. лет);

на Луне можно добывать необходимые металлы и минералы;

на Луне можно строить жилые и промышленные сооружения.

Малость массы Луны является причиной отсутствия у нее какой-либо атмосферы или защитного газового покрова. Газовая оболочка вокруг какого-либо небесного тела создается вследствие притяжения им молекул окружающего газа. Это притяжение мешает молекулам приобрести скорость, достаточную для того, чтобы покинуть небесное тело. Если Луна когда-либо имела атмосферу, то молекулы составляющих ее газов вследствие нагрева

солнечными лучами получали скорости, близкие ко второй лунной космической, отрывались от Луны и рассеивались в мировом пространстве.

Падающие на поверхность Луны метеориты взрываются. Подобные взрывы на Земле сопровождались бы оглушительными раскатами грома. На Луне даже в том случае, если бы взрыв произошел в непосредственной близости от нас, услышать было бы ничего невозможно. О взрыве можно было бы узнать только по ослепительной вспышке, ведь на Луне нет атмосферы, способной передавать звуки, там вечное безмолвие.

Недра Луны имеют, как и недра Земли, оболочечное строение. Толщина ее материковой коры составляет 50—80 км. Под материковой корой примерно до глубины 300 км располагается лунная верхняя мантия. Слой от 300 до 900 км вглубь представляет собой среднюю мантию, затем идут нижняя мантия и ядро.

Поверхностный слой Луны — реголит — в силу своей чрезвычайной пористости и вакуума обладает очень малой теплопроводностью. Мы уже говорили о том, что на поверхности Луны разница между дневной и ночной температурой составляет почти 300°C, но на небольшой глубине под поверхностью суточные колебания температуры не так велики. На глубине нескольких метров температура практически постоянна — около минус 30°C. В более глубоких слоях температура более высока за счет выхода из недр потока тепла, обусловленного распадом радиоактивных элементов.

На Луне выделяются два основных типа геологических образований — уже упомянутые нами лунные материки и «моря». Материки — это области с неровным рельефом, занимающие около 85% поверхности. Поверхность материков испещрена множеством крупных кратеров, достигающих десятков и сотен километров в диаметре. Наиболее хорошо сохранившиеся кратеры имеют все признаки ударно-взрывного происхождения, они образовались при бомбардировке лунной поверхности метеоритами. Самые крупные лунные кратеры названы именами выдающихся ученых. Диаметры самых больших лунных кратеров достигают 240 км.

Лунные «моря» представляют собой равнины, заполненные застывшей базальтовой лавой. Согласно одной из гипотез, они возникли в результате столкновения Луны с

большим метеоритом — астероидом. При этом поверхностные слои лунного грунта образовали горные цепи, а вырвавшаяся из недр Луны расплавленная лава заполнила впадины.

На Луне 14 обширных равнинных областей: Море Спокойствия, Море Облаков, Море Дождей и т. д. Все равнинные области расположены на той стороне Луны, которая обращена к Земле.

Самые высокие лунные горы поднимаются над окружающими равнинами до высоты 8 км.

Анализ доставленных на Землю образцов лунных пород позволил составить представление об их химическом составе. Все исследованные образцы оказались отличными от земных пород. Химический состав поверхностных пород лунных «морей» и материков весьма сходен. Большой интерес представляют химические анализы образцов лунного грунта, доставленных из разных районов Луны. Оказалось, что в наружных лунных породах содержится значительное количество редких для Земли элементов (хром, титан, цирконий), сравнительно мало легкоплавких элементов (свинец, висмут, натрий, калий), в ничтожном количестве — золото и серебро.

Кислород составляет около половины состава грунта Луны, вода обнаружена в очень незначительном количестве лишь в двух образцах, доставленных на Землю кораблем «Аполлон-11». Содержание металлов, находящих широкое промышленное применение, в месте посадки корабля «Аполлон-11» следующее (в весовых процентах): железа — 14, титана — 5,8, алюминия — 5, магния — 5,4.

ЧЕЛОВЕК НА ЛУНЕ

Траектория космического корабля, отправляемого на Луну, рассчитывается таким образом, чтобы она проходила на расстоянии нескольких десятков километров от Луны. В наиболее близкой к Луне точке траектории после тормозного импульса корабль превратится в искусственный спутник Луны, который можно посадить на ее поверхность. Если на орбите возникнет аварийная ситуация, корабль может вернуться обратно. Для этого нужно будет разогнать его до скорости, достаточной для полета на Землю, т. е. до 2,38 км/с. При такой скорости космический корабль после пяти суток полета войдет в земную

атмосферу со скоростью, равной скорости отлета с Земли на Луну по аналогичной траектории.

Как известно, скорость, необходимая для выхода из сферы притяжения Земли (вторая космическая), равна 11,2 км/с. Но сфера, радиус которой условно принимается за предельное расстояние действия силы тяготения Земли (940 тыс. км), лежит далеко за пределами орбиты Луны. Поэтому для полета на Луну можно ограничиться меньшей скоростью отлета с Земли (около 11,1 км/с у поверхности и 10,9 км/с на высоте 200 км).

Первым летательным аппаратом, доставившим человека на поверхность Луны, был американский космический корабль «Аполлон-11». Старт состоялся 16 июля 1969 г. с космодрома имени Кеннеди. В кабине корабля находились три астронавта — Нейл Армстронг (командир корабля), Майкл Коллинз (пилот корабля) и Эдвин Олдрин (пилот лунного экспедиционного аппарата).

21 июля в 5 ч 56 мин на поверхность Луны ступил первый человек — Армстронг, затем к нему присоединился Олдрин. Астронавты, одетые в скафандры с автономной ранцевой системой жизнеобеспечения, осмотрели корабль снаружи, установили на лунной поверхности телевизионную аппаратуру, разместили несколько измерительных приборов, затем собрали 22 кг образцов лунных пород. 21 июля астронавты стартовали с Луны, пробыв на ней 21 ч 36 мин. 24 июля «Аполлон-11» приводнился в Тихом океане.

Вот что рассказывал об удивительном лунном мире Армстронг:

«Из лунной кабины небо казалось черным, но на Луне было светло, как днем, и поверхность ее была рыжевато-коричневой. При ходьбе по Луне не приходилось затрачивать особых усилий. Правда, поверхностный рыхлый слой препятствовал свободному передвижению — скользили ноги. Чтобы не потерять равновесия и не упасть, приходилось передвигаться наклонившись вперед.

Конечно, в условиях лунного притяжения хочется прыгать вверх. Свободные прыжки возможны на высоту до метра. Прыжки на большую высоту часто заканчивались падением. Наибольшая высота прыжка составляла 2 м — Олдрин прыгнул до третьей ступеньки лестницы лунной кабины. Падения не имели неприятных последствий. Скорость их настолько мала, что нет оснований опасаться каких-либо травм».

Впоследствии США произвели еще шесть запусков космических кораблей «Аполлон» на Луну. Пребывание космонавтов на Луне сопровождалось в каждой экспедиции их двух-трехкратным выходом на поверхность для установки научной аппаратуры, проведения экспериментов, сбора образцов минералов. При полете «Апполона-14» в распоряжении космонавтов имелась ручная тележка, а начиная с полета «Аполлона-15»,— вездеход массой 208 кг, способный передвигаться со скоростью 13 км/ч, обладающий ходом до 92 км и выдерживающий нагрузку до 490 кг. Эти шесть экспедиций доставили на Землю около 400 кг образцов лунных пород.

Осуществление программы стало возможным благодаря созданию мощной трехступенчатой ракеты-носителя «Сатурн-5», первый запуск которой состоялся в 1967 г. Ракетно-космическая система «Сатурн-5» — «Аполлон» имела общую длину 111 м. Начальная ее масса составляла примерно 2950 т.

Какие транспортные средства станут доставлять людей на лунную поверхность в будущем? Для перевозки большого количества людей и грузов, вероятно, лучше всего будет воспользоваться воздушно-космическим самолетом с турбопрямоточными и жидкостными ракетными двигателями. После того как воздушно-космический самолет наберет высоту и выйдет на круговую орбиту, он приблизится к орбитальной станции и состыкуется с ней. Специальная система переведет его на внешнее кольцо станции, и он будет вращаться вместе с ней. Пассажиры смогут покинуть свои кресла и войти на станцию примерно так же, как мы входим в здание аэропорта.

Орбитальная станция, как уже говорилось, будет представлять собой комплекс из отдельных отсеков, напоминающий небольшой город. Комплекс этот будет находиться в состоянии непрерывной перестройки и расширения, подобно тому, как это происходит с любым городом на Земле.

Отдохнув на орбитальной космической станции, пассажиры продолжат свой путь к Луне в лунном космическом корабле (рис. 41). На лунных космических кораблях, скорее всего, будут установлены атомные ракетные двигатели. На большей части траектории лунный корабль будет ускоряться, затем он развернется на 180° для торможения и перехода на орбиту спутника Луны. В герме-

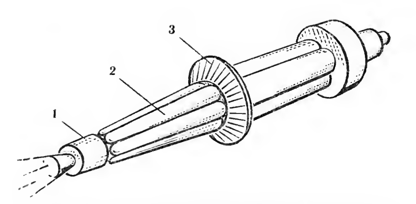


Рис. 41. Таким может быть лунный космический корабль с атомным двигателем:

1 — атомный реактор; 2 — баллоны с жидким водородом; 3 — экран для защиты от излучений

тической кабине лунного корабля будет поддерживаться нормальное атмосферное давление, газовый состав будет такнм же, как и на Земле.

Даже при очень совершенных двигательных установках космический корабль не сможет совершить посадку на поверхность Луны без специального посадочного аппарата. Можно предусмотреть встречу лунного космического корабля с окололунной орбитальной станцией, где пассажиры перейдут в лунный экспедиционный аппарат, который доставнт нх на поверхность Луны. Окололунная орбитальная станция будет меньше орбитального комплекса на околоземной орбите. Она будет находиться на стационарной орбите и сохранять постоянное положение относительно Луны. По аналогии с околоземными орбитальными космнческими станциями она станет мощным научно-исследовательским комплексом для всестороннего изучения космического пространства. Станция будет вращаться вокруг своей оси.

Лунный экспедиционный аппарат будет снабжен всем необходимым для посадки и взлета с лунной поверхности. В его герметической кабине смогут разместиться несколько пассажиров и космонавт, управляющий аппаратом. Жидкостный ракетный двигатель обеспечит торможение при посадке и создаст необходимую тягу при взлете. Двигатели управления стабилизируют положение

аппарата в пространстве и позволят ему выполнять маневры при прилунении.

Для транспортировки грузов с поверхности Луны на Землю может быть принята такая система: с Луны стартует грузовоз — грузовой корабль, который, выйдя на заданную орбиту, стыкуется с космическим кораблем, прибывшим с Земли. Контейнер с грузом переносится в этот корабль, а грузовоз возвращается на лунодром. Приняв несколько таких грузовозов, корабль разгоняется и летит к Земле. На околоземной орбите происходит стыковка корабля с ожидающим его ракетопланом, который и доставляет груз на Землю.

Можно предположить, что Луна станет университетом перспективных космических исследований. На Луне будут созданы многочисленные лаборатории, где станут производиться эксперименты, вестись астрономические наблюдения, которые невозможно организовать на Земле.

На Луне мы получаем новые условия для наблюдений. Это связано с отсутствием атмосферы, большим диапазоном температур, пониженной силой тяжести. Появится возможность детального обследования астероидов и спутников планет.

В лунном грунте содержатся вещества, необходимые для широкой деятельности человека на Луне. В первую очередь это кислород и металлы. Технология выплавки металлов, получения кислорода и других элементов из лунных пород уже сейчас обстоятельно обсуждается, отрабатывается экспериментально.

Как будет происходить освоение нашего спутника? Здесь намечаются два пути. Один из них — использование естественно сложившихся на Луне условий для строительства на ее поверхности производственных и жилых помещений, а также для добычи и переработки ее полезных ископаемых. Другой путь заключается в кардинальном преобразовании лунных условий для превращения Луны в небесное тело, приспособленное для жизни и деятельности человека.

В данное время мы не в состоянии предвидеть самых важных и крупных благ, которые человечество приобретет в результате освоения того совершенно нового мира, каким для него является Луна. Говоря о лунных поселениях, упомянем и такую важную проблему, как вынос за пределы Земли целого ряда энергоемких производств.

Как обеспечить нормальные жизненные условия человеку, оказавшемуся на Луне? Единственный путь — создать в жилых помещениях земные условия. Это требует особых сооружений, способных выдерживать значительное внутреннее давление и удерживать заключенный в них воздух. Идеальной формой жилища, должно быть, будет шар или цилиндр, максимально прочный при минимальной затрате материалов.

В лунном поселении будут разнообразные сооружения целевого назначения: помещения для жилья, работы и отдыха, помещения промышленного типа, где будут размещены заводы и мастерские, площадки для посадки и взлета летательных аппаратов. Первые лунные поселения — временные базы (рис. 42) — будут строиться на Земле. Здесь их соберут, испытают, устранят недостатки, затем разберут, уложат в контейнеры. Мощные ракеты доставят их к месту назначения.

Вариант базы для длительного пребывания людей на Луне показан на рис. 43. Жилое помещение размещено на глубине нескольких метров и надежно защищено от метеоритов. Над ним возвышается энергетическая установка, питающаяся солнечной энергией, рядом расположено здание научной лаборатории.

На поверхности находится и оранжерея. Растения поглощают углекислый газ, выделяемый в процессе жизнедеятельности живых организмов, дают необходимый для дыхания кислород и употребляются в пищу.

Лунные оранжереи будут отвечать специальным требованиям светового режима. Для работы оранжерей во время лунной ночи нужны значительные резервы энергии, запасенной днем. Как повлияет пониженная сила тяжести на растения? Можно ожидать, что растения и их плоды в лунных закрытых оранжереях будут гораздо более крупными, чем на Земле. Питательные соки смогут подниматься здесь по стеблям быстрее, выше, в больших количествах.

На Земле основным источником энергии издавна служило органическое топливо. Сначала это были в основном дрова, потом каменный уголь, торф, природный газ, нефть. Применение других видов энергии началось лишь в наши дни. Твердо известно, что на Луне можно весьма эффективно использовать солнечную энергию. Лучистый поток от Солнца — этого природного термо-

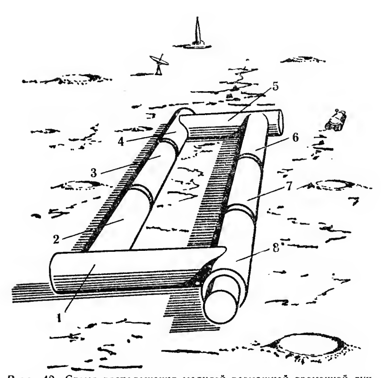


Рис. 42. Схема расположения модулей возможной временной лунной базы:

1 — модуль технического обслуживания базы; 2 — модуль для персонала базы; 3 — лабораторный модуль; 4 — модуль-склад; 5 — модуль для транспортных средств; 6 — модуль медицинской службы; 7 — модуль для средств связи; 8 — модуль для отдыха и кухни

ядерного реактора — приносит каждому квадратному метру площади на Луне, перпендикулярной солнечным лучам, 1400 Вт энергии. Основной формой использования солнечной энергии на Луне будет, очевидно, преобразование ее в электрическую. По мнению специалистов, энергоснабжение лунных сооружений и установок, а также обеспечение необходимого им топливного и светового режимов не вызвали бы особых инженерных затруднений.

Не исключено, что в недрах лунных пород будут обнаружены естественные запасы топлива. Однако использование их на Луне по прямому назначению вряд ли це-

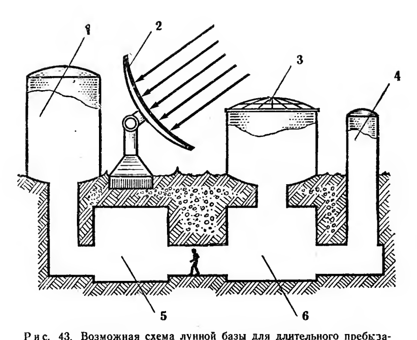


Рис. 43. Возможная схема лунной базы для длительного пребывания людей:
1 — научная лаборатория; 2 — энергетическая установка; 3 — оранжерея; 4 — шлюзовая камера; 5 — жилое помещение; 6 — производственное помещение

лесообразно. Гораздо рациональнее было бы употреблять лунное топливо для дозаправки космических кораблей, а также в качестве сырья для химического производства, тем более что при сжигании топлива пришлось бы тратить искусственно получаемый кислород.

Идею металлургического производства в космосе выдвинул еще К. Э. Циолковский. Один из героев его фантастической повести «Вне Земли» говорит: «Тут можно роскошно производить всевозможные металлургические работы».

Ученые считают, что добычу лунных пород целесообразно производить открытым способом. Для выемки породы могут быть использованы экскаваторы и транспортеры. Конечно, все машины должны быть приспособлены для работы в лунных условиях.

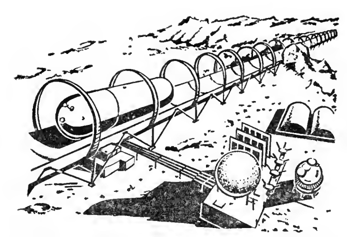


Рис. 44. Электромагнитный ускоритель для старта с Луны

В сталеплавильные установки на Луне будет поступать не чугун, а железо, полученное прямым восстановлением из руды. В металлургическую печь-восстановитель с одной стороны подавался бы порошок руды, с другой — вдувалась окись углерода, нагретая до температуры около 1000° С. Непременной составляющей частью процесса должен быть кислород, выделяющийся из руды. На конвейерную ленту из печи поступало бы чистое железо. Плавка была бы непрерывной. Струя металла, ни на секунду не иссякая, вытекала бы из печи и тотчас попадала в формовочные машины и прокатные станы. Автоматы выдавали бы не только полуфабрикаты, но и готовые стальные изделия.

Наличие на Луне вакуума и невесомости позволит получать действительно неземные по прочности, пластичности и иным свойствам стали и сплавы, не содержащие газов и металлических включений. По существу, неблагоприятные для металлургии условия, считают многие ученые, мы имеем не на Луне, а на Земле, с ее плотной и насыщенной кислородом атмосферой.

Вероятным объектом строительства на Луне может стать электромагнитный ускоритель-катапульта для «вышвыривания» космических аппаратов на орбиту спутника Луны или даже на траекторию ухода от Луны. Уста-

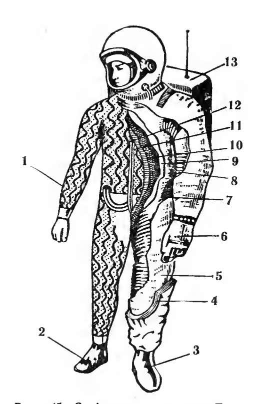


Рис. 45. Скафандр исследователя Луны:

1 — костюм с водяным охлаждением; 2 — шерстяной носок; 3 — ботинок; 4 — многослойная тепловая изоляция; 5 — противометеоритный костюм; 6 — перчатка; 7 — силовая оболочка; 8 — локтевой шарнир; 9 — герметичная оболочка; 10 — резервная герметичная оболочка; 11 — вентилирующий костюм; 12 — подкладка; 13 — система жизнеобеспечения

новку можно использовать и для транспортировки различных грузов в определенное место окололунного пространства.

Весьма заманчиво использование электромагнитного поля для разгона космических кораблей или грузов. По современным представлениям, электромагнитные ускорители на Луне должны быть довольно громоздкими сооружениями (рис. 44). Например, электромагнитный ускоритель для вывода космических кораблей с поверхности Луны на окололунную орбиту с перегрузкой, не превы-

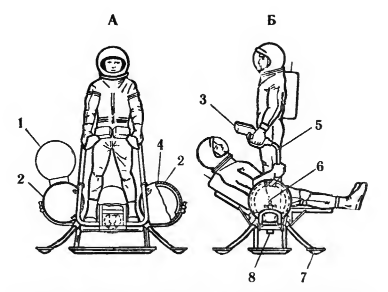


Рис. 46. Платформа с реактивной тягой для перемещения человека на Луне (А — одноместная платформа; Б — двухместная платформа):

1 — резервный бак для топлива; 2 — топливный бак; 3 — панель управления; 4 — теплозащитное покрытие; 5 — поручень; 6 — ракетные двигатели системы управления; 7 — посадочное приспособление; 8 — маршевый двигатель

шающей 10 единиц, должен иметь длнну 15 км и разгонять корабль в течение 25 с.

Луна создает на Земле освещенность, не превышающую 1% освещенности, характерной для современных вечерних городских улиц. Если установить на поверхности Луны плоские зеркала, то примерно 20 км² их поверхности создадут на Земле освещенность, равную освещенности, создаваемой всей Луной. При площади зеркал около 2 тыс. км² освещенность на затемненной стороне Земли превысит освещенность, характерную для вечернего уличного освещения. Большим преимуществом размещения зеркал на поверхности Луны является возможность их изготовления непосредственно на Луне из лунных материалов.

Как мы уже говорили, лунные условия особенно суровы для человека — полное отсутствие атмосферы, немилосердная жара лунного дня, адский холод лунной ночи,

излучения, возникающие при солнечных вспышках, возможные встречи с метеорными телами...

Каким должно быть снаряжение человека, передвигающегося по поверхности Луны и выполняющего заданную работу? Прежде всего это лунный скафандр с автономной подачей кислорода, с системой обогрева и охлаждения, имеющий 14 оболочек. Вниз космонавт наденет костюм с водяным охлаждением, по трубам которого течет вода (рис. 45). Только такая многослойная конструкция может спасти человека от лунных холода и жары. На ногах у него будут особые ботинки, тоже многослойные. Масса скафандра с наспинным ранцем превышает 90 кг.

Очевидно, на Луне найдет применение особая платформа — лунное «такси» с ракетным двигателем (рис. 46). Космонавты смогут с ее помощью передвигаться по Луне.

ПРЕОБРАЗОВАННАЯ ЛУНА

Сегодня, конечно, еще невозможно перечислить всех проблем, которые возникнут в процессе преобразования Луны, но ряд ключевых вопросов, как мы уже поняли, давно обсуждается. Установлено, например, что для нормального существования человека на Луне необходимо магнитное поле с определенными, земными, характеристиками, должны быть обеспечены нужная радиационная обстановка, атмосферное давление и т. п. Учитывая резервы человеческого организма, можно, впрочем, уменьшить атмосферное давление, создав такие же условия, какие существуют на Земле на высоте, например, 2 км. Возможно, человек какое-то время может находиться в чистокислородной атмосфере при давлении 26,2 кПа (197 мм рт. ст.).

Еще одно обстоятельство следует учитывать, говоря в данном случае об атмосфере. Дело в том, что в условиях существующей на Луне пониженной силы тяжести ($^{1}/_{6}$ земной) более тяжелые газы будут с меньшей скоростью рассеиваться в космическом пространстве и их «подпитка» станет технически осуществима. Длительное действие на человека пониженного веса в известной степени сходно с влиянием невесомости. То, как оно влияет на человека, покажут особые исследования, проведенные при $^{1}/_{6}$ силы тяжести.

Сила мышц человека останется земной (если, конечно, поддерживать ее тренировками), а вес тела уменьшится. Человек сможет проделывать гораздо более сложные и интересные движения, о которых на Земле вообще не приходится мечтать, например летать на крыльях. Для того чтобы оторваться от опоры, необходимо будет создать подъемную силу одной рукой 8 кг, двумя — 16 кг. Больше и не надо: на Луне человек больше 16 кг весить не будет. Может быть, создание благоприятной радиационной и магнитной обстановки и атмосферы даст жизнь своеобразной лунной флоре и приведет в конечном итоге к появлению на Луне биосферы.

Не исключено проведение целого ряда мероприятий по созданию на Луне привычного нам светового и теплового режима. Одним из таких мероприятий может быть уменьшение лунных суток до 25 ч, что может быть достигнуто путем увеличения скорости вращения Луны. Для этого в плоскости лунного экватора установили бы импульсные ядерные ракетные двигатели, которые заставили бы Луну быстрее вращаться вокруг своей оси. Этому способствовали бы отсутствие атмосферы на Луне и сравнительно малая вторая космическая скорость (2,38 км/с).

Если бы все это произошло, Луна превратилась бы в седьмой континент нашей планеты, на котором люди могли бы иметь все условия для нормальной жизни и работы. Луна стала бы одним из наиболее развитых районов системы Земля — Луна. Предприятия, размещенные на ней, перерабатывали бы полезные ископаемые, готовили ядерное топливо для ракетных систем, отправляющихся с лунных космодромов в дальний космос. На Луне расположились бы мощные радиостанции, предназначенные для межпланетной связи, а возможно, и для связи с другими цивилизациями, если они обнаружатся.

«Первые десять лет полетов в космосе,— пишет академик А. А. Благонравов,— доставили уникальные научные материалы, на получение которых прежними способами ушли бы долгие годы упорного, а в ряде случаев и бесполезного труда. Сейчас можно только предполагать, какими бесценными материалами обогатится человечество в результате исследования Луны, планет Солнечной системы, которые являются составными частями единого мира — мира, имеющего общее происхождение, общее настоящее и будущее».

ПЛАНЕТА ЗАГАДОК

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕТОВ МЕЖПЛАНЕТНЫХ АВТОМАТИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Планета Марс занимает наше воображение тем сильнее, чем больше мы знаем о ней. По обилию захватывающих гипотез ей принадлежит первое место среди планет. Писатели-фантасты давно населили ее марсианами, наделив их невероятными чертами.

В конце прошлого века итальянские астрономы А. Секки и Д. Скиапарелли увидели на Марсе целые системы тонких прямых линий гипотетических каналов, а в начале нашего столетия американский астроном П. Лоуэлл высказал мысль о возможности разумной жизни на Марсе. С тех пор загадочный мир Марса привлекает особое внимание. Знаменитый советский ученый Ф. А. Цандер всю жизнь мечтал о полете на эту планету.

Из школьного курса астрономии мы знаем, что Марс—четвертая по величине большая планета Солнечной системы. Ее среднее расстояние от Солнца около 228 млн. км. Максимальное расстояние между Марсом и Землей равно 400 млн. км, а минимальное колеблется от 55 до 100 млн. км и приходится на периоды так называемых противостояний Марса, которые повторяются каждые два года 50 дней. На расстоянии 55 млн. км от Земли Марс оказывается во время великих противостояний, происходящих каждые пятнадцать — семнадцать лет. В XX веке великие противостояния были в 1909, 1939, 1956 и в 1971 гг. В эти годы складываются наиболее благоприятные условия для изучения Марса.

Полный оборот вокруг Солнца Марс совершает за 687 земных суток. Марс меньше Земли. Его диаметр — 6787 км, площадь поверхности в 3,7 раза меньше площади поверхности Земли. Бо́льшая часть поверхности Марса имеет желто-оранжевый и ржаво-рыжий цвет. Эти области называются условно материками. По-видимому, они представляют собой пустыни, покрытые мелкой пылью. Остальная часть поверхности имеет более темный цвет и условно называется морями. Период вращения Марса вокруг оси (его солнечные сутки) составляет 24 ч

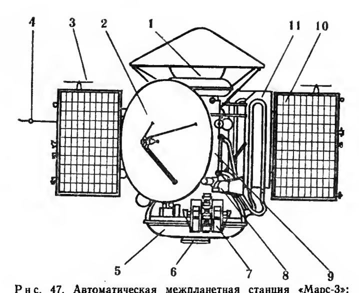


Рис. 47. Автоматическая межпланетная станция «Марс-3»:
1 — спускаемый аппарат; 2 — остронаправленная параболическая антенна; 3 — антенна научной аппаратуры «Стерео»; 4 — магнитометр; 5 — приборный отсек; 6 — корректирующий и тормозной двигатель; 7 — оптико-электронные приборы системы астроориентации; 8 — оптико-электронный прибор системы автономной навигации; 9 — блок баков двигательной установки; 10 — панель солнечной батареи; 11 — радиаторы системы терморегулирования

37 мин. Значит, смена дня и ночи на Марсе происходит так же, как на Земле.

Масса Марса значительно меньше массы Земли, составляет немногим более 10% земной. Отсюда малая сила тяжести — только 38% от силы тяжести на поверхности Земли. Человек массой 70 кг на Марсе будет иметь массу всего 27 кг. Вторая космическая скорость, которую нужно сообщить космическому аппарату, стартующему с Марса, равна лишь 5 км/с, первая космическая скорость составляет 3,55 км/с.

Первый в истории земной цивилизации советский аппарат «Марс-1» отправился к Марсу в ноябре 1962 г. Полет продолжался семь с половиной месяцев. Станция прошла на расстоянии 195 тыс. км от поверхности Марса. В марте 1963 г., когда станция удалилась на 106 млн. км от поверхности Земли, связь с ней оборвалась.

В мае 1971 г. в нашей стране был осуществлен запуск

новых межпланетных станций — «Марс-2» и «Марс-3» (рис. 47). Автоматическая межпланетная станция «Марс-2», преодолев расстояние около 470 млн. км, в ноябре 1971 г. вышла на орбиту искусственного спутника Марса. При подлете станции к планете от нее была отделена капсула, доставившая на поверхность Марса вымпел с изображением Герба Советского Союза. Марс стал третьим небесным телом, на котором находятся вымпелы нашей страны.

А через несколько дней советская наука и техника добились нового замечательного успеха — в начале декабря впервые в истории космонавтики спускаемый аппарат станции «Марс-3» совершил мягкую посадку на поверхность планеты Марс.

Прошло два года и два месяца с того времени, когда были запущены «Марс-2» и «Марс-3». Наступило очередное противостояние Земли и Марса, при котором расстояние между ними составило 66 млн. км. В это время Советский Союз запустил к Марсу четыре межпланетные автоматические станции — «Марс-4», «Марс-5», «Марс-6» и «Марс-7». Все станции были выведены на траекторию с промежуточной орбиты искусственного спутника Земли. Растянувшись в гигантскую цепочку длиной 6 млн. км, более полугода летели к цели в небесном безмолвии межпланетные посланцы нашей страны — своеобразный «марсианский квартет».

Станция «Марс-4» приблизилась к Марсу в начале февраля 1974 г. С помощью телевизионного устройства была получена серия фотографий поверхности Марса, которая была передана на Землю. Станция «Марс-5» достигла окрестностей планеты несколькими днями позже и и приступила к фотографированию и выполнению намеченных научных исследований. Прошел месяц, и к Марсу приблизились станции «Марс-6» и «Марс-7». В начале марта 1974 г. спускаемый аппарат станции «Марс-7» был отделен от нее, но вследствие нарушений в работе одной из бортовых систем прошел на расстоянии 1300 км от поверхности планеты. Спускаемый аппарат станции «Марс-6» достиг поверхности Марса и передал на Землю ценную информацию.

Множество кратеров покрывают поверхность Марса. Синтезированные цветные фотографии, полученные станцией «Марс-5», хорошо передают цвет поверхности пла-

неты. Характерный оттенок придают ей гидраты окислов железа, которые образуют примесь (до 10%) к основной составляющей поверхности — кремнезему.

На Марсе находятся самые высокие из известных нам гор. Это четыре вулканических конуса. В том, что они вулканические, нет сомнений. Самая высокая — гора Олимп — вулкан, который своими размерами намного превосходит величайшие вулканы Земли. Его высота от подножия 27 км, диаметр основания более 600 км.

Большим своеобразием отличаются климатические условия Марса. Каждый квадратный километр поверхности планеты получает в среднем на 43% меньше солнечного тепла, чем та же площадь поверхности Земли. В середине лета в экваториальных областях Марса днем температура поднимается до плюс 10°С, а ночью опускается до минус 100°С. Такие колебания температуры объясняются разреженностью и сухостью атмосферы.

Атмосфера Марса чрезвычайно разрежена, среднее давление у поверхности планеты примерно 1 кПа ($\approx$8 мм рт. ст.), т. е. такое же, как на Земле на высоте 30 км. В основном марсианская атмосфера состоит из углекислого газа, его там около 95%. «Марс-6» обнаружил в атмосфере Марса инертный газ аргон. В 1976 г. американские аппараты «Викинг» уточнили содержание аргона в марсианской атмосфере (1,5—2%) и выявили в ней еще один компонент — азот (2,5%).

На Марсе есть так называемые полярные шапки. Их состав долго оставался предметом научных споров. Было достоверно известно, что со сменой сезонов полярные шапки растут или сокращаются, поэтому ученые не сомневались, что природа этих шапок связана с выпадением осадков. Но каких? Среди различных предположений о полярных шапках было одно довольно экзотическое: они состоят из сухого льда, т. е. сконденсированного углекислого газа. В 1969 г. автоматическая межпланетная станция «Маринер-7» (США) установила, что температура южной полярной шапки Марса почти равна температуре конденсации углекислого газа при существующем в этой области Марса атмосферном давлении 6,1 мбар и температуре около минус 125°С. Гипотеза подтвердилась. Позже выяснилось, что в состав полярных шапок входит некоторое количество обычного льда.

На поверхности Марса вода не может существовать в

жидком виде: при давлении 1 кПа она кипит при температуре плюс 2°С. Однако на снимках, переданных на Землю автоматическими межпланетными станциями, мы видим как бы извилистые русла рек. Возможно, вода оставила на Марсе свои следы, неясно только, когда и как все это было. Ученые предполагают, что недра Марса все же относительно богаты водой.

У Марса есть два спутника — Фобос и Деймос. Спутники эти небольшие, но легенд, связанных с их возникновением, немало. В 1945 г. было обнаружено, что Фобос движется гораздо быстрее, чем, казалось бы, должен двигаться. Диаметр Фобоса составляет всего 16 км. Если учесть его массу и наблюдаемое ускорение, то время существования этого спутника не должно было превышать нескольких тысячелетий. По прошествии этого срока спутник должен был достигнуть поверхности планеты и, ударившись об нее, разлететься на миллионы кусков. Между тем астрономы были убеждены в том, что оба спутника существуют у Марса по крайней мере 500 млн. лет.

Так возникла гипотеза: давным-давно Марс был населен высокоразумными существами, в конце концов так же, как и мы, освоившими космос. Может быть, покинув свою старую умирающую планету, лишившуюся воды и полезных ископаемых, они миллионы лет назад побывали на Земле, но, встретив здесь неприемлемые для себя условия, направились в иную солнечную систему.

Полеты автоматических межпланетных станций к Марсу разрушили красивую легенду. На фотографиях, переданных с борта станций,— безжизненная, изрытая кратерами, загроможденная скалами поверхность, где нет никаких следов деятельности разумных существ. Марсианский пейзаж больше похож на лунный, чем на земной.

Американская станция «Маринер-9» сфотографировала Фобос. Оказалось, что естественный спутник Марса представляет собой как бы обломок гигантской скалы. Скорее всего, и Фобос и Деймос — бывшие астероиды, захваченные из космического пространства полем тяготения Марса. А как же расчеты ускорения Фобоса? Они оказались ошибочными.

Итак, наука исключает жизнь на Марсе в высокоразвитых формах. А в простейших? Никто пока не решается сказать «да» или «нет» в ответ на этот вопрос.

О том, что на Марсе в принципе возможна жизнь, свидетельствуют эксперименты, во время которых изучалась приспособляемость земных организмов к марсианским условиям. В подобные условия, созданные в лаборатории, поместили грибы, семена растений, некоторые виды бактерий, червей, насекомых, пресмыкающихся, земноводных. Для отдельных видов эти условия оказались гибельными. Однако иные организмы впадали «на Марсе» в анабиоз, а «вернувшись на Землю», как ни в чем не бывало оживали. Кое-какие из них, например низшие грибы и бактерии, даже росли и размножались при полном отсутствии кислорода. В ряде опытов «на Марсе» прорастали семена цветов.

Известно, что на Земле многие растения в процессе эволюции приспособились к довольно суровым условиям существования. Похожие или какие-то иные качества, позволяющие выжить в тамошних суровых условиях, могли бы выработаться в процессе эволюции и у марсианских растений.

В июле 1976 г. на Марс совершил посадку американский аппарат «Викинг-1», а в сентябре того же года — «Викинг-2». Расстояние между аппаратами составляло около 6 тыс. км. Первые же измерения обоих «Викингов» показали, что ночью температура атмосферы в месте посадки падает до минус 86°С. Максимальные дневные температуры оказались несколько ниже тех, что ожидались для летнего солнцестояния. Исследования состава грунта указали на высокое содержание в нем железа (12—14%) и кремния (до 20%). Отмечено также присутствие многих элементов: кальция (3—5%), алюминия (2—4%), магния (5%) и др. Портативные химические лаборатории обоих аппаратов произвели анализ грунта на присутствие в нем микроорганизмов. Результаты анализа не позволяют ответить на вопрос с полной определенностью.

Бесспорно лишь одно — исследования должны быть продолжены. Они могут проводиться как на Марсе, так и на Земле путем анализа образцов марсианского грун-

та и др. У каждого из этих методов есть свои достоинства и недостатки. Если не брать во внимание чисто техническую сторону дела, связанную с транспортировкой грунта, то, безусловно, изучать на Земле, к примеру, марсианский грунт значительне проще. Но... Есть два не совсем приятных обстоятельства, оценить которые в каких-то количественных величинах наука пока не может.

Не исключено прежде всего, что за время долгого пути с Марса на Землю условия в капсуле изменятся и окажутся непригодными для существования микроорганизмов. Возможна и обратная ситуация. Марсианские микроорганизмы, воспитанные в «спартанских» условиях, легко перенесут путешествие и, попав в «комфортные» земные условия, начнут энергично размножаться. Не надо объяснять, сколь неприятными последствиями может обернуться такая акклиматизация.

Согласно одной из гипотез, условия на Марсе в настоящее время близки к тем, которые были на Земле 4 миллиарда лет назад, когда наша планета находилась на пороге биологического этапа своего развития. На Марсе же, отстоящем от Солнца значительно дальше, чем Земля, этот порог вряд ли будет преодолен естественным путем. Поэтому, если люди захотят освоить Марс, они должны будут искать способы «оживить» его.

По мнению некоторых ученых , сине-зеленые водоросли или штаммы, сочетающие необходимые характеристики нескольких видов водорослей, могли бы, вероятно, успешно размножаться на Марсе. Кое-кто из специалистов считает, что сначала на Марс должны быть направлены такие микроорганизмы, которые, питаясь неорганическими веществами грунта, способствовали бы созданию органической биомассы. Вслед за ними на планету будут доставлены микроорганизмы, чья жизнедеятельность обеспечит выработку аммиака и других малых газовых добавок к атмосфере планеты. Все это должно привести к созданию парникового эффекта в атмосфере, к повышению температуры, при которой вода на поверхности планеты сможет устойчиво существовать в жидком состоянии.

Когда условия на планете приблизятся к земным, туда можно будет отправить те микроорганизмы, которые помогут образованию кислорода, а затем и защитного озонного слоя. В число посылаемых микроорганиз-

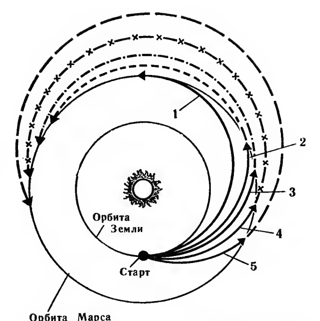


Рис. 48. Время полета к Марсу при различной начальной скорости отлета космического корабля с Земли

мов, возможно, были бы включены арктические и антарктические, привыкшие к наиболее суровым условиям существования.

ДОРОГИ К МАРСУ

Мечта о путешествиях на другие планеты еще недавно была лишь заманчивой грезой. Но уже ясно, что подобно тому, как полеты космических кораблей стали действительностью, так станут ею и межпланетные путешествия. Нет сомнения, что в обозримом будущем межпланетный корабль стартует с Земли и полетит к Марсу, Венере и к более отдаленным планетам Солнечной системы.

Траектория космического летательного аппарата определяется, с одной стороны, величиной и направлением

его начальной скорости, а с другой — силами притяжения небесных тел, постепенно изменяющими эту траекторию. Напомним, что пространство, в каждой точке которого действует сила притяжения небесных тел,— гравитационное поле — создается многочисленными телами Солнечной системы и изменяется по мере движения небесных тел.

Для путешествия в пределах Земли на любом виде транспорта мы выбираем самый короткий маршрут, по возможности наиболее близкий и прямой, соединяющий место отправления с местом назначения. При межпланетных перелетах, наоборот, короткий маршрут требует самого большого расхода энергии. Поэтому самыми выгодными с точки зрения расхода энергии являются те траектории, которые пролегают в направлении орбитального движения планет.

Пользуясь законами Кеплера, можно определить время полета космического аппарата к Марсу. Так, например, при отлете с Земли с минимальной скоростью 11,57 км/с корабль долетит до Марса за 259 сут (рис. 48, траектория 1). При начальной скорости 11,8 км/с (рис. 48, траектория 2) аппарат достигнет Марса через 165 сут. Прибавим еще 0,2 км/с, и продолжительность перелета уменьшится на 21 сут (рис. 48, траектория 3). При скорости 13 км/с перелет продолжится 105 сут (рис. 48, траектория 4), а если космический аппарат будет двигаться с начальной скоростью 16,7 км/с, т. е. с третьей космической по параболической траектории, то он достигнет планеты за 70 сут (рис. 48, траектория 5).

Как рассчитать траекторию обратного полета? Рассмотрим полет по траектории, требующей минимального расхода энергии. Расчет этой траектории был опубликован немецким ученым Гоманном еще в 1925 г.

Стартовав с Земли, космический аппарат через 259 сут произведет посадку на Марс. Вполне понятно, что если он сразу же отправится оттуда на Землю, то через 259 сут, подойдя к земной орбите, не встретится с Землей, так как она будет находиться уже в другом месте своей орбиты. Для того чтобы аппарат мог с ней встретиться, он должен пробыть на Марсе 450 сут. Таким образом, полет в оба конца с ожиданием на Марсе займет 968 сут.

Если полет на Марс осуществляется, например, с начальной третьей космической скоростью 16,7 км/с, а тра-

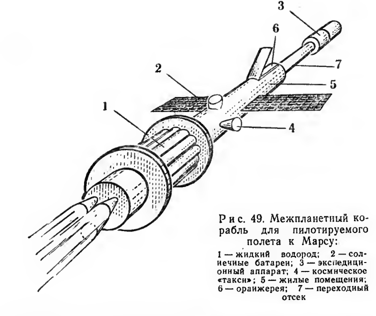


Рис. 49. Межпланетный корабль для пилотируемого полета к Марсу:

1 — жидкий водород; 2 — солнечные батареи; 3 — экспедиционный аппарат; 4 — космическое «такси»; 5 — жилые помещения; 6 — оранжерея; 7 — переходный отсек

ектория обратного полета представит собой как бы зеркальное отражение траектории полета на Марс, то время пребывания на Марсе можно сократить до 12 сут, и все путешествие продлится 152 дня.

При выборе межпланетной трассы необходимо учитывать возможное расположение метеорных потоков. Существенную роль играет также состояние Солнца. Межпланетные перелеты на пилотируемых кораблях предпочтительнее осуществлять, стараясь избежать опасности метеорных потоков, и в периоды спокойного Солнца.

КАКИМ БЫТЬ МАРСИАНСКОМУ КОРАБЛЮ

Возможно, к Марсу полетят два корабля. Один из них будет резервным и в случае аварийной ситуации сможет принять на борт космонавтов другого корабля. И научные результаты будут выше: в космической экспедиции сможет участвовать больше специалистов, и объем исследований значительно возрастет.

Каким будет межпланетный корабль для пилотируемого полета к Марсу? Вероятно, в хвостовой его части будут расположены атомный двигатель и запас жидкого водорода (рис. 49). Затем последуют агрегатный отсек, заполненный оборудованием, оранжерея и помещения для космонавтов. Завершит сооружение марсианский экспедиционный аппарат. Для связи между кораблями будет использовано трехместное «космическое такси». Массивный металлический экран защитит экипаж от излучений, возникающих при работе атомного двигателя.

Представим себе: в один прекрасный день Центральное телевидение покажет нам старт мощных ракет, которые должны доставить на околоземную орбиту секции марсианского корабля и бригаду космических монтажников. Старт осуществился, корабль собран и оснащен всем необходимым. Запускается ядерный ракетный двигатель, сообщающий кораблю третью космическую скорость. После достижения расчетной скорости двигатель останавливается, начинается участок дрейфа с остановленным двигателем. Затем снова включается двигатель, осуществляющий торможение и выход корабля на «орбиту ожидания» вокруг Марса. Здесь от корабля отделяется экспедиционный аппарат, снабженный всем необходимым для пребывания двух-трех членов экипажа на Марсе в течение 12 сут. Оставшиеся на борту корабля космонавты поддерживают связь с экспедиционным аппаратом и Землей, проводят ремонтные работы.

После выполнения задания экспедиционный аппарат взлетает, стыкуется с кораблем, и все происходит в обратном порядке: ядерный ракетный двигатель помогает увести корабль от Марса, затем снова включается для торможения и вывода корабля на орбиту вокруг Земли. Здесь происходит стыковка с прибывшим с Земли ракетопланом. Взяв с собой экипаж и образцы марсианского грунта, ракетоплан возвращается и совершает посадку в своем аэропорту.

Особенно эффективным для марсианского корабля оказался бы двигатель, использующий термоядерную реакцию синтеза. Но даже при наличии термоядерного двигателя на борту необходимо иметь много жидкого водорода. А если попытаться черпать водород из межпланетной среды, в которой, кстати, есть и дейтерий и гелий, в данном случае необходимые?

Вид предполагаемого космического корабля с термоядерным прямоточным двигателем необычен. В передней его части установлен конусообразный массозаборник. По периметру массозаборника, имеющего довольно внушительные размеры (диаметр около 20 м, длина около 25 м) проложены в один-два слоя витки сверхпроводниковой катушки с током. Конструкция витков должна предусматривать их интенсивное охлаждение жидким гелием. Катушка нужна для формирования магнитного поля. Подобный способ позволяет значительно увеличить эффективную площадь входа массозаборника.

Даже при весьма незначительной плотности межпланетной среды входное устройство будет весьма эффективным. Например, при полете со скоростью 100 км/с за 1 с в массозаборник поступит около 1 кг водорода. Если предположить, что 75% поступившего водорода прореагирует в термоядерном устройстве, выделение энергии будет примерно равно $5 \cdot 10^{11}$ кДж/с. Реальная тяга космического термоядерного прямоточного двигателя окажется на уровне 100 тс. Поскольку масса корабля составляет около 200 т, получается весьма эффективное устройство, способное ускоряться за ограниченное время от орбитальных околоземных скоростей (около 8 км/с) до скоростей, превышающих 1000 км/с. Такой летательный аппарат был бы способен совершать полеты к Марсу и Венере за два-три месяца, а к дальним планетам Солнечной системы, включая Нептун и Плутон, за несколько лет. Продолжительность и дальность полета корабля будущего зависят только от ресурсов бортовых систем и не связаны с запасами энергии, которая может черпаться из внешней среды.

Как обеспечить радиационную безопасность экипажа? Одним увеличением массы специального экранирующего отсека этого не достигнешь, да и увеличивать ее можно до определенных пределов. Рассмотрим способ защиты, кажущийся сегодня фантастическим.

Не всегда ясно, какую роль может сыграть то или иное открытие. Из того, что казалось когда-то забавным курьезом — сокращения мышцы лягушки при прикосновении к ней разнородных металлических проволочек — выросла электротехника. Ученые, открывшие радиоволны или начавшие исследовать строение атома, и не подозревали о какой-либо практической ценности своей работы. Но лю-

бое научное открытие рано или поздно оказывается полезным человечеству, в разные времена находя разное применение.

Вернемся к нашей идее. Известно, что два заряженных тела действуют друг на друга с равными силами, направленными в противоположные стороны. Величина сил прямо пропорциональна произведению зарядов тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Космическое пространство заполнено электронами, протонами и другими по-разному заряженными элементарными частицами. Нельзя ли создать активную защиту от вредного действия радиации, заставить заряд выступать против заряда? Простейшей защитой такого рода могла бы служить положительно заряженная оболочка из любого материала, обладающего хорошими электропроводными свойствами. Ни один протон или ион не достигнет такой оболочки, если ее электрический потенциал будет больше их энергии. Кроме того, часть протонов отклонилась бы электрическим полем корабля.

Однако оболочка будет бессильна против электронов. Более того, электроны, попавшие в зону действия электростатических сил положительной оболочки, будут притягиваться к ней, непрерывно ускоряясь. Помочь в этом случае сможет вторая оболочка, помещенная под первой, но заряженная отрицательно. Получается нечто подобное двойной скорлупе, окружающей корабль.

Разрабатывая защиту корабля от излучений, можно воспользоваться и магнитным полем. Мы уже говорили о защитной роли магнитного поля Земли. На заряженную частицу, двигающуюся в магнитном поле, действует сила, перпендикулярная скорости частицы и направлению магнитного поля. Положительные и отрицательные частицы отклоняются полем в противоположные стороны.

Остается добавить, что активная защита космического корабля с помощью электростатического или магнитного поля — принципиально возможные идеи, однако их осуществление связано с огромными техническими трудностями.

Кажется, жить в космосе можно, если взял с Земли все необходимое. Но такой путь неприемлем для длительных космических путешествий: любые запасы исчерпаемы. Полет к Марсу и обратно может продолжаться более трех

лет. Для жизнеобеспечения экипажа, скажем, из трех человек понадобится примерно 3 тыс. кг обезвоженных продуктов, столько же кислорода, более 5 тыс. кг воды. Но как разместить на корабле такое количество припасов?

Решение этой задачи было в свое время подсказано К. Э. Циолковским. Он предложил создать на корабле замкнутую экологическую систему.

Растение, которое могло бы снабжать космонавтов кислородом и служить продуктом питания, найдено. Вы, несомненно, видели зеленую ряску, часто покрывающую стоячие воды? Это скопление зеленой водоросли хлореллы. Каждая особь хлореллы состоит всего лишь из одной клетки, в диаметре в 200 раз меньшей миллиметра.

Процесс образования под влиянием солнечного света из воды и углекислого газа органических веществ, из которых состоит тело растения, именуется фотосинтезом. Он служит источником получения кислорода на Земле. Для того чтобы обеспечить потребность человека в кислороде в длительном космическом полете, достаточно иметь от 25 до 40 л суспензии хлореллы. Размножается хлорелла просто и очень быстро: взрослая клетка делится на несколько дочерних, которые, подрастая, прорывают оболочку материнской клетки и начинают самостоятельную жизнь.

Хлореллу удобно выращивать в больших прозрачных сосудах, освещенных солнцем или электрическим светом, добавляя в воду минеральные соли. Для более быстрого роста в раствор вдувают воздух с добавлением углекислого газа. В этих условиях хлорелла быстро размножается и за короткое время дает большое количество ярко-зеленой массы.

Как приготовить из нее пищевые продукты? Ведь она пахнет болотом, горька и жестка. Химики, биологи, кулинары много думали над этим вопросом. Наконец был разработан способ переработки хлореллы. Специальный аппарат разрушает оболочки клеток, из массы извлекаются горькие и дурно пахнущие вещества. Затем масса превращается в пасту и высушивается. Из полученного продукта можно варить суп, готовить котлеты, печь пироги. Если в сок, выжатый из очищенных водорослей, добавить, например, сахар и лимонную кислоту, получится вкусный и питательный напиток, из которого при желании можно сделать кисель или желе.

Мы уже говорили о том, что человеку нужно в сутки примерно 100 г белков, столько же жиров, 400 г углеводов, минеральные соли, витамины. В 1 кг высушенной массы хлореллы содержится до 500 г белка, до 150 г жиров, до 250 г углеводов, неорганические вещества и витамины. Чтобы получить достаточное количество белков для одного человека на сутки, потребуется немногим более 200 г сухой массы хлореллы. Недостающие углеводы, жиры и прочие продукты должны восполняться за счет получаемого из оранжереи, где выращиваются высшие растения, белки которых намного ценнее в пищевом отношении.

Смогут ли одноклеточные водоросли жить и размножаться в условиях длительной невесомости? Наука отвечает на этот вопрос положительно. Не изменяются ни скорость размножения, ни энергетические процессы в клетке хлореллы. В данном случае невесомость создает даже более благоприятные условия для культивирования микроорганизма, поэтому между земными и космическими опытами наблюдается разница в пользу космических.

Одним из семи чудес света считаются висячие сады ассирийской царицы Семирамиды. Они поражали воображение древних путешественников. Однако корни растений сидели все-таки в земле, в кадушках, которые садоводы хитроумно маскировали буйно разросшейся зеленью. А если говорить о настоящих висячих садах, то их можно увидеть в некоторых овощных хозяйствах. Здесь овощи действительно растут и плодоносят в воздухе без единого грамма почвы. Ученые разработали метод выращивания растений без опоры для корней — аэропонику. Раз в сутки корни растений опрыскиваются питательным раствором. Этого достаточно, чтобы растения нормально развивались.

Разработан и гидропонный способ выращивания растений в искусственом грунте. Диаметр зерен искусственной почвы 1—1,5 см. Зерна могут быть изготовлены из пористых легких материалов вроде шлака или пемзы. Периодически лоток с почвой заполняется питательным раствором. Цикл заполнения и слива занимает несколько минут. Корневая система растений забирает влагу и питательные вещества из смоченной поверхности зерен искусственной почвы. С единицы площади гидропонного хозяйства можно получить в 10 раз больше продуктов,

чем с равновеликой площади при обычных способах земледелия.

Космический огород был в свое время образно описан К. Э. Циолковским: «Люди будут портить воздух и поедать плоды, а растения будут очищать воздух и производить плоды. Человек будет возвращать в полной мере то, что он похитил от растений, в виде удобрений для почвы и воздуха». Общий итог расчетов Циолковского таков: 1 м² космической оранжереи, обращенной к солнечному свету, обеспечит питание одного человека.

Чем руководствоваться, выбирая растения для включения в цепь замкнутой экологической системы? Прежде всего они должны быть высокоурожайными, качественно удовлетворять потребности человека в пище. Немалое значение имеет их совместимость между собой и с человеком. Необходимо также учитывать технологические особенности приготовления из них пищи.

В космическом огороде могут выращиваться сахарная свекла, картофель, фасоль, морковь, соя, щавель, салат, лук, редис, петрушка, сладкий перец, пекинская капуста и другие растения, удовлетворяющие потребности человека в белках, жирах, углеводах и витаминах.

Высказываются предложения об использовании в качестве пищи для космонавтов мяса кроликов, птицы, рыбы, выращиваемых на борту космического корабля. Хотя медики считают, что человек должен получать около 50% белка растительного и столько же животного происхождения, в принципе вовсе не обязательно постоянно есть мясо или рыбу. Важно, чтобы человек вместе с пищей получал достаточно сбалансированный по аминокислотной композиции белок.

Большое значение придается надежности замкнутой системы жизнеобеспечения. Растения подвержены многочисленным заболеваниям и могут передавать их друг другу. От животных может заразиться и человек. Естественно, после наземных испытаний систему необходимо испытать в условиях космического полета.

Много проблем надо будет решить, прежде чем космический корабль возьмет курс на Марс. В зависимости от того, как они будут решены, определится и конструкция межпланетного корабля.

Хочется остановиться еще на одном вопросе, от успешного решения которого зависит удача экспедиции.

Речь идет о психологическом климате на корабле. Предположим, на нем небольшой экипаж. Однообразная обстановка, сравнительно тесное помещение. Проходят месяцы, даже годы... На иссиня-черном небе в одни иллюминаторы видны яркие, немигающие звезды, в другие — огненный диск незаходящего Солнца. Несмотря на огромную скорость, они кажутся космонавтам неподвижными, застывшими. На корабле нет ни дня, ни ночи, ни лета, ни зимы. Космонавты не чувствуют утренней свежести, не слышат шума дождя...

Для членов экипажа установлен своеобразный распорядок дня: определеное время каждый отдает работе, столько же активно отдыхает, спит. Во время активного отдыха космонавты занимаются на тренажерах, принимают пищу, читают, слушают музыку, смотрят кинофильмы, телевизионные передачи с Земли и т. п. В распорядке дня предусмотрено, чтобы все бодрствующие космонавты или по крайней мере большинство из них одновременно садились за стол. Ведь застолье — это не только прием пищи, но и укрепление взаимоотношений членов экипажа, упрочение чувства товарищества.

Раздражительность одного члена экипажа, вспыльчивость другого, упрямство третьего могли бы повлечь за собой конфликты, привести к разобщенности, что безусловно, отрицательно повлияло бы на выполнение программы полета. На корабле не может быть и речи о мелких обидах, ссорах, неуступчивости. Длительный космический полет — серьезнейшее испытание всей психики человека, и выдержат его лишь сильные духом, жизнерадостные, увлеченные делом люди, и физически, и морально готовые к трудностям и их совместному преодолению. Эгоист, себялюбец в такой обстановке находиться не сможет. Все члены экипажа должны внимательно, уважительно относиться друг к другу и быть готовыми в любой момент прийти на помощь товарищам.

Специалисты-психологи проводят занятия с космонавтами, готовящимися к космическому путешествию, помогают формировать экипажи по принципу психологической совместимости.

ПЛАНЕТА, ОТКРЫТАЯ ЗАНОВО

ПЕРВЫЕ РАЗВЕДЧИКИ ВЕНЕРЫ

Среди планет Солнечной системы Венера — ближайшая соседка Земли. Она всегда вызывала большой интерес у людей, наблюдающих за небом. По-видимому, Венера была первым объектом, который человек научился различать среди бесчисленного количества звезд. Для невооруженного глаза земного наблюдателя Венера — самое яркое светило после Солнца и Луны.

Венера, вторая по порядку от Солнца планета, удалена от него на среднее расстояние 108 млн. км. Она движется по своей орбите со средней скоростью 35 км/с, совершая полный оборот вокруг Солнца за 224,7 земных суток. Периодически раз в полтора года Венера нагоняет Землю и при максимальном сближении с нею проходит на расстоянии 39 млн. км от нее. Затем обе планеты расходятся, удаляясь друг от друга на расстояние 260 млн. км. Но самое удивительное то, что Венера вращается вокруг собственной оси в обратном направлении по сравнению с Землей. День и ночь на Венере длятся по два земных месяца.

Из всех известных нам небесных тел по своим основным характеристикам Венера наиболее близка нашей планете. Если принять параметры Земли за единицу, то Венера будет иметь следующие показатели: площадь поверхности — 0,9, объем — 0,86, плотность — 0,9, ускорение силы тяжести на экваторе — 0,89, масса — 0,82. Вторая космическая скорость на планете равняется 10,3 км/с. Вот что в основном удалось узнать в результате изучения Венеры на протяжении трех с половиной столетий с помощью обычной астрономической техники.

История исследований Венеры могла бы лечь в основу приключенческого романа, изобилующего неожиданными, подчас парадоксальными ситуациями. Сложен был путь сквозь атмосферу планеты к ее поверхности. У истоков программы раскрытия тайн Венеры стояли такие корифеи отечественной науки, как С. П. Королев, М. В. Келдыш, А. П. Виноградов, Г. Н. Бабакин. Чтобы получить

ответы на многие вопросы, необходимо было перейти к новым методам исследования Венеры с помощью автоматических межпланетных станций.

Первые автоматические межпланетные станции для изучения Луны, Марса и Венеры были разработаны под руководством Сергея Павловича Королева, в дальнейшем эти работы были переданы в КБ главного конструктора Героя Социалистического Труда, лауреата Ленинской премии члена-корреспондента Академии наук СССР Георгия Николаевича Бабакина. Созданные аппараты стали первыми в мире искусственными спутниками Луны, первыми начали разгадывать тайны Венеры, первыми совершили мягкую посадку на поверхности обеих соседних с Землей небесных тел.

Станция «Венера-1» отправилась в полет с космодрома Байконур в феврале 1961 г. Через 97 сут полета она прошла на расстоянии 100 тыс. км от Венеры и стала искуественным спутником Солнца. В ее задачи входило изучение космических лучей, межпланетного газа, метеорных частиц и солнечного излучения.

В августе 1962 г. отправилась к Венере и американская станция «Маринер-2». Пролетев за 109 сут путь в 240 млн. км, она приблизилась к Венере на расстояние 35 600 км. Приборы, установленные на станции, сообщили, что Венера не имеет магнитного поля и поясов радиации.

Советская станция «Венера-2» отправилась в дальний рейс в ноябре 1965 г. Через четыре дня после ее запуска еще одна мощная ракета вывела на траекторию полета к Венере станцию «Венера-3». Обе станции в основном выполнили свои задачи. Вблизи планеты связь с ними оборвалась.

Подлинным чудом счел весь мир полет и плавный спуск в атмосфере Венеры советской автоматической межпланетной станции «Венера-4». Запущенная в космос в июне 1967 г., она преодолела путь в 350 млн. км и в октябре достигла поверхности Венеры. Спускаемый аппарат станции вошел в атмосферу планеты со второй космической скоростью. После торможения он на специальной парашютной системе в течение почти 1,5 ч плавно спускался в атмосфере Венеры, передавая на Землю ценнейшую информацию. Это был замечательный подарок советских ученых, инженеров, рабочих всему совет-

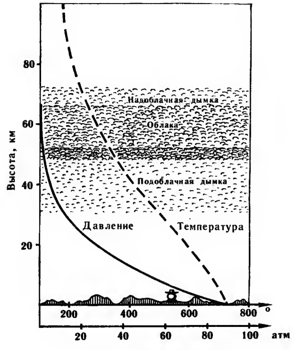


Рис. 50. Атмосфера Венеры

скому народу к 50-летию Великой Октябрьской социалистической революции.

Прошел год с небольшим, и в космос отправились «Венера-5» и «Венера-6» — аппараты-близнецы. Один из них стартовал в начале января 1969 г., второй — через несколько дней. Главной целью запуска этих автоматических межпланетных станций было более глубокое проникновение в атмосферу Венеры.

Спускаемый аппарат «Венеры-5» вошел в плотные слои атмосферы Венеры в мае 1969 г. Сеанс устойчивой радиосвязи с Землей продолжался 53 мин. «Венера-6» вошла в атмосферу Венеры на день позже «Венеры-5». Связь с ее спускаемым аппаратом во время снижения длилась 51 мин.

С целью посадки на поверхность планеты в августе

1970 г. с Земли стартовала станция «Венера-7». Полученные ею данные позволили надежно установить, что в месте посадки станции температура атмосферы Венеры составляет примерно 475 °С, а давление в 100 раз больше, чем у поверхности Земли (рис. 50).

Проникновение в такую среду, как атмосфера Венеры,— сложная научно-техническая задача. Глубоководные батискафы, например, не находятся в столь тяжелых условиях, как аппарат, проникающий в глубины атмосферы Венеры. Корпус батискафа противостоит лишь высокому давлению, в то время как корпус спускаемого к Венере аппарата подвергается еще и действию высокой температуры и химически активной среды. Такие условия, по-видимому, можно сравнить с условиями в жерле вулкана на большой глубине.

В июле 1972 г. мягкую посадку на поверхность планеты осуществил спускаемый аппарат станции «Венера-8», а в октябре 1975 г.— спускаемые аппараты станций «Венера-9» и «Венера-10». В те октябрьские дни одна из лабораторий центра дальней космической связи не могла вместить всех желающих. Именно здесь должно было произойти «главное чудо». И вот в динамиках раздался голос руководителя эксперимента: «Идет изображение». Сигналы с поверхности Венеры поступали около часа. Снимки, переданные станцией «Венера-10», зафиксировали обширную плоскую плиту, кое-где расколотую. Впадины были заполнены, по-видимому, мелкой щебенкой. Иная картина была заснята станцией «Венера-9». Здесь были видны в изобилии камни, нагромождения которых уходили до самого горизонта. На Земле такие осыпи можно наблюдать у подножия разрушающихся скал.

В сентябре 1978 г. в полет одна за другой отправились станции «Венера-11» и «Венера-12». В декабре за двое суток до входа в атмосферу Венеры от станции «Венера-12» был отделен спускаемый аппарат, а сама станция переведена на пролетную траекторию. Аналогичная операция была проделана через несколько дней со станцией «Венера-11». Спускаемые аппараты станций вошли в атмосферу Венеры и совершили спуски на парашютах в точках, разделенных 800 км, причем очередность спусков была обратна очередности запусков.

Запущенная в октябре 1981 г. «Венера-13», преодолев за четыре месяца полета расстояние более 300 млн. км,

в марте 1982 г. достигла окрестностей планеты. Спускаемый аппарат станции вошел в плотные слои атмосферы Венеры и совершил посадку в равнинной местности планеты. В течение 127 мин оттуда передавалась научная информация. Сама «Венера-13» прошла на расстоянии 36 тыс. км от поверхности планеты и продолжала полет по гелиоцентрической орбите. Установленные на спускаемом аппарате телефотометры передали с поверхности Венеры панорамные изображения. Часть панорамы была снята последовательно через красный, зеленый и синий светофильтры. Это позволило впервые получить цветное изображение поверхности.

Конструкторы сумели решить принципиально новую задачу — взятие пробы грунта Венеры для определения его элементного состава. Грунтозаборное устройство при температуре 475° С и давлении 89 атм провело бурение, взяло пробу и транспортировало ее в герметичный отсек для анализа. Была оценена сейсмическая активность планеты и с помощью выносного прибора измерены физико-механические свойства грунта в состоянии естественного залегания.

В ноябре 1981 г. была выведена на межпланетную траекторию станция «Венера-14». В марте 1982 г. от станции отделился спускаемый аппарат. Так же, как и при полете «Венеры-13», проводились эксперименты по изучению химического и изотопного состава атмосферы Венеры, в частности ее облаков (рис. 51). Для определения состава грунта в новом районе, в 1000 км от спускаемого аппарата станции «Венера-13», было проведено бурение поверхностного слоя, взяты пробы, сделан их анализ. На борту станций «Венера-13» и «Венера-14» были установлены вымпелы с барельефом Владимира Ильича Ленина, а на спускаемых аппаратах — государственные знаки с изображением Герба Союза Советских Социалистических Республик.

Запуском станций «Венера-15» и «Венера-16» был сделан новый шаг в исследовании Венеры. Станцию «Венера-15» запустили в июне 1983 г. В октябре станцию перевели на вытянутую эллиптическую орбиту искусственного спутника Венеры. Станция «Венера-16» была выведена на межпланетную траекторию в июне 1983 г., а в октябре она перешла с межпланетной траектории на орбиту искусственного спутника Венеры. Один из основных экспе-



Рис. 51. Схема посадки спускаемых аппаратов космических станций «Венера-13» и «Венера-14»:

1 — разделение спускаемого и орбитального аппаратов за двое суток до подлета; 2 — вытяжной парашют; 3 — вход в атмосферу, баллистический спуск; 4 — орбитальный аппарат станции, работающий как ретранслятор; 5 — парашют увода; 6 — отстрел крышки, ввод вытяжного парашюта и парашюта увода; 7 — тормозной парашют; 8 — увод верхней теплозащитной оболочки, ввод тормозного парашюта; 9 — отстрел нижней теплозащитной оболочки; 10 — отстрел тормозного парашюта; 11 — посадка

риментов, осуществляемых с борта станций «Венера-15» и «Венера-16»,— радиолокационное картографирование поверхности северного полушария Венеры.

Что же в конечном счете стало известно нам о Венере? Прежде всего прояснился вопрос о составе ее атмосферы, климате, поверхности. Атмосфера Венеры почти целиком состоит из углекислого газа — его в ней около 96%. Остальное приходится на азот, которого почти 4%. В небольшом количестве обнаружены инертные газы, сера, хлор, ряд соединений.

Облачный слой Венеры располагается на высотах от 49 км до 80 км. По существу, это не облака, а средней плотности туман, в котором дальность видимости составляет несколько километров.

Температура поверхности Венеры настолько высока, что с Земли в темноте можно даже различать ее темно-красную окраску. Как и Земля, где ежегодно происходит множество вулканических извержений и землятрясений, Венера, очевидно, сохранила довольно высокую активность недр. Из-за высокой температуры потоки лавы, по-видимому, очень медленно остывают.

Разогрев атмосферы Венеры объясняют парниковым эффектом. Солнечные лучи проникают в атмосферу планеты довольно глубоко, отчасти поглощаясь облаками и газовой средой. Несколько процентов солнечного излучения достигает поверхности и поглощается. Если планета не становится горячее день ото дня, значит, в космос излучается столько энергии, сколько поглощается. Как известно, планета излучает энергию в длинноволновом (инфракрасном) тепловом диапазоне. Но углекислый газ с примесью небольшого количества паров воды мало прозрачен для инфракрасных лучей. Именно поэтому температура поверхности и нижних слоев атмосферы так высока.

Трудно всерьез говорить о существовании на Венере каких-либо организмов, похожих на земные. Можно, разумеется, предположить, что есть организмы, что приспособились к очень высоким температурам: бывают же бактерии, которые живут в кипящей воде. Однако между 100° и 470°С — слишком большая разница.

Парниковый эффект сделал Венеру негостеприимной. А можно ли сделать ее обитаемой? Да, отвечают ученые, можно, если устранить главную причину парникового эффекта. Для этого надо избавить атмосферу Венеры от избытка углекислого газа и водяного пара. Лишившись их, атмосфера перестанет быть ловушкой солнечного тепла. Когда парниковый эффект уменьшится, температура упадет, водяной пар сконденсируется в воду, что еще больше уменьшит парниковый эффект. В таком случае на Венере могут создаться условия, благоприятные для развития растительного и животного мира.

Ученые считают, что в атмосфере Венеры есть все необходимое для фотосинтеза: углекислый газ, водяные

пары, солнечный свет. Поэтому в ее верхних, относительно прохладных слоях могли бы развиваться земные одноклеточные водоросли и другие микроорганизмы. В процессе жизнедеятельности они, интенсивно перерабатывая углекислый газ, выделяли бы свободный кислород. На поверхность Венеры стали бы осаждаться слои твердых органических соединений и карбонатов.

Раз начавшись, процесс расширялся бы лавинообразно при понижении температуры. «Оранжерейные» свойства атмосферы Венеры, наконец, уменьшились бы настолько, что парниковый эффект уже не играл бы заметной роли. Появилась бы вода, а температура снизилась. На поверхности планеты начали бы размножаться некоторые виды микроорганизмов и бактерий, а затем и растений. Они помогли бы окончательно перевести атмосферу Венеры в новое состояние. Венера стала бы пригодной для жизни человека.

Изучая поверхность Венеры, нам вместо фотоаппаратов и телекамер приходится пользоваться радиотелескопом. С его помощью получаются изображения в диапазоне радиоволн, для которых атмосфера планеты прозрачна.

В современных планетных радиолокаторах используются передатчики непрерывного излучения мощностью до 400—500 кВт, а также большие антенны, диаметр зеркала которых составляет несколько десятков и даже сотен метров. Чувствительность радиолокатора прямо пропорциональна квадрату площади раскрытия антенны и обратно пропорциональна квадрату длины волны. Значит, чувствительность планетных радиолокаторов тем выше, чем короче длина волны, поэтому они работают на сантиметровых и дециметровых волнах, которые свободно проходят сквозь земную атмосферу. Первое радиолокационное обследование Венеры было выполнено в СССР, США и Англии в апреле 1961 г., когда планета находилась на минимальном расстоянии от Земли.

Радиолокационные исследования развенчали гипотезу об океане воды, якобы покрывающем поверхность Венеры, а также гипотезы об океане нефти и о сплошной песчаной пустыне на Венере. В результате радиолокационных наблюдений были составлены достоверные суждения о поверхности Венеры. Стало ясно, что она состоит из

твердых пород с плотностью, как у земных скальных. Предполагают, что на поверхности Венеры не менее трех протяженных горных хребтов. Темная, как сажа, пыль покрывает планету.

Интересно для науки постоянство физических условий на Венере, где в течение суток температура изменяется не больше чем на несколько градусов, а осадков вовсе не бывает.

Ось вращения Венеры почти перпендикулярна плоскости эклиптики. Поэтому сезонные изменения на Венере, подобные земным, отсутствуют. Там нет ни зимы, ни лета, ни осени, ни весны. На Венере имеются климатические пояса, но в каждом одно и то же время года. Климат постепенно становится более суровым от экватора к полюсам.

На первый взгляд кажется, что самый выгодный путь к Венере — прямая, соединяющая ближайшие точки орбит двух планет. Однако это не так. Приемлемым в энергетическом отношении является полет по траектории, служащей дугой эллипса, которая касается орбит Земли и Венеры. Из-за различия периодов обращения планет вокруг Солнца взаимное расположение Земли и Венеры, как уже говорилось, непрерывно меняется. Поэтому перелет на Венеру с минимальной скоростью возможен только в строго определенные периоды, повторяющиеся через каждые 584 сут.

При минимальном расходе топлива продолжительность перелета с Земли на Венеру и обратно составит 758 сут. Перелет с Земли занимает 146 сут, на обратный путь затрачивается столько же времени. Чтобы возвратиться на Землю по аналогичной полуэллиптической траектории, надо пробыть на Венере или вблизи нее 466 сут. Можно ли сократить продолжительность экспедиции? Для этого надо увеличить скорость отлета межпланетного корабля с Земли.

Для полета к Венере можно воспользоваться межпланетным кораблем, в котором совершаются полеты по трассе Земля — Марс — Земля.

АППАРАТЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕНЕРЫ

Плотностью атмосфера Венеры примерно в 50 раз превосходит земную, и ее давление соответствует давлению в земном море на глубине около 1 км. Поэтому летательные аппараты, исследующие Венеру в непосредственной близости от нее, должны обладать комплексом сложных летно-тактических данных, одновременно присущих авиационным, воздухоплавательным и глубоководным аппаратам, да еще выдерживать воздействие высоких температур. Сложности возникают и при создании силовой установки, поскольку для ее работы нельзя использовать атмосферный кислород, как это делается на Земле.

В зависимости от высоты полета и задач эксперимента летательные аппараты, о которых идет речь, можно разделить на два типа: глубинные — для посадки на поверхность планеты и высотные — для полетов в атмосфере Венеры. Глубинные аппараты должны не только садиться на поверхность планеты, но и исследовать ее, совершая полеты на небольшой высоте.

Большая плотность атмосферы Венеры влияет на условия посадки. В атмосфере Венеры можно было бы прыгнуть с самолета с зонтиком, причем скорость «приземления» была бы такой же, как при прыжке в земных условиях со стула. Скорость установившегося свободного падения в атмосфере Венеры в 7 раз меньше, чем в атмосфере Земли. Это обстоятельство было использовано при посадке спускаемых аппаратов автоматических межпланетных станций «Венера-9» — «Венера-14». Для уменьшения времени спуска и предотвращения перегрева спускаемых аппаратов спуск на парашюте производился только в облачном слое. Ниже его парашют отделялся (на высоте около 50 км), и спускаемый аппарат дальше тормозился и стабилизировался с помощью жесткого аэродинамического устройства. С момента отделения парашюта до момента достижения поверхности проходило более 50 мин. Скорость посадки аппарата на поверхность планеты составляла около 8 м/с, т. е. была такой же, как если бы при отсутствии атмосферы аппарат был сброшен с высоты 4 м.

По виду глубинный аппарат для исследований поверхности Венеры напоминает батискаф. Спуск аппарата про-

исходит на парашюте. Сперва выбрасывается сравнительно небольшой тормозной парашют, который частично снижает скорость падения, а главное, придает аппарату положение «ногами вниз». На высоте 3—4 км открывается основной парашют, а у поверхности срабатывают тормозные щитки, после чего аппарат твердо встает на свои три ноги.

Чтобы изучить «местную природу», путешественникам на Венеру можно будет только смотреть в иллюминаторы да брать с поверхности камешки механическими руками-манипуляторами. Проведя необходимые исследования, космонавты откроют вентили, наполняющие газом особый баллон над головой, и начнут всплывать вверх. В определенный момент, включив реактивные двигатели и сбросив баллон, аппарат стыкуется с базовым кораблем.

Все же, очевидно, раньше чем осуществить посадку на поверхности Венеры, космонавты займутся ее исследованием, совершая полеты на аппаратах аэростатного типа на высоте 50—60 км. Обладая большой грузоподъемностью, такие аппараты смогли бы стать носителями научной аппаратуры и в течение длительного времени совершать полеты, не затрачивая горючего.

Для осуществления полетов аппаратов аэростатного типа потребовалась бы доставка на планету газа, которым нужно заполнить оболочку аппаратов, чтобы получить необходимую подъемную силу. Масса самого газа, разумеется, небольшая, но доставлять его на планету нужно в сильно сжатом виде. При этом тара — баллоны высокого давления — весит в несколько раз больше, чем сам газ.

Если остановиться на традиционном легком газе гелии, то необходимая для полета в атмосфере Венеры масса составит всего 9% массы всего аппарата, но масса баллонов, в которых будет доставляться гелий, находящийся под большим давлением, будет примерно такая же, как и у самого аппарата.

Температура у поверхности Венеры, как уже упоминалось, немногим меньше 500°С. Это позволило бы использовать особую тактику заполнения аэростатов газом: на планету в баллонах низкого давления, возможно, доставлялись бы и земные жидкости, например вода, затем под действием высокой температуры они без каких-

либо дополнительных затрат энергии превращались бы в пар, который и обеспечивал бы аппарату нужную подъемную силу.

Аппарат, заполненный водяным паром, существенно тяжелее аппарата, заполненного гелием,— на долю пара приходится примерно половина общей массы всего аппарата. Но избыток массы с лихвой компенсировался бы отсутствием баллонов. В итоге аппарат, заполненный водяным паром, возьмет на борт значительно большую полезную нагрузку, чем аппарат, заполненный гелием.

«Паровой» аппарат имеет ряд других преимуществ — его оборудование отличается простотой и надежностью (это объясняется, в частности, тем, что текучесть паров воды значительно ниже, чем текучесть гелия). Кроме того, появляется возможность менять высоту полета, используя различие температур на разных высотах. Последнее обстоятельство становится особенно важным, если использовать двухкомпонентное рабочее тело, например смесь паров воды и паров аммиака или метилового спирта.

Нетрудно догадаться, что в атмосфере Венеры, когда температура с высотой понижается, подъем аппарата обусловливается характеристиками рабочего тела. Так, аппарат, заполненный водяным паром, будет подниматься до тех пор, пока понижение температуры не приведет к конденсации пара, не превратит его в воду. Расчеты показывают, что в условиях атмосферы Венеры предельная высота подъема, т. е. полетный потолок для аппарата, заполненного водяным паром, составляет примерно 39 км, для аппарата, заполненного парами метилового спирта,— 45 км и для аппарата, заполненного парами аммиака,— более 100 км. Это как раз те высоты, на которых вследствие понижения температуры названные пары образуют конденсат.

Возможности полетов подобных аппаратов в атмосфере Венеры определяются интересной особенностью. Теплофизическими исследованиями установлено, что в условиях этой атмосферы зависимость положения аппарата от количества рабочего тела совсем иная, чем в атмосфере Земли. Так, в земной атмосфере количество рабочего тела, необходимое для уравновешивания аппарата, должно быть тем больше, чем выше мы хотим осуществить воздухоплавание. Поэтому, для того чтобы в зем-

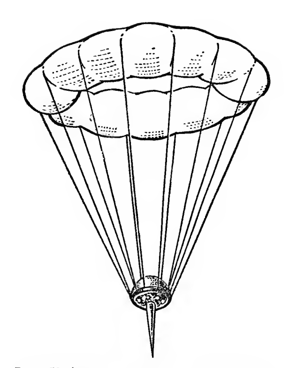


Рис. 52. Аппарат для изучения верхних слоев атмосферы Венеры

ной атмосфере происходил подъем аппарата, нужно либо сбрасывать балласт, либо увеличивать количество рабочего тела в оболочке.

На Венере все наоборот: чем выше должен зависнуть аппарат, тем меньшее количество газа должно быть в его оболочке. Поэтому аппарат на Венере будет подниматься, если количество рабочего тела в его оболочке рассчитано на полет в нижних слоях атмосферы. И наоборот, если масса рабочего тела взята на борт в расчете на полет в верхних слоях атмосферы, аппарат в нижних слоях летать не сможет и вверх вообще не поднимется. Иными словами, по мере подъема аппарата убывает необходимая для этого подъема масса рабочего тела.

На рис. 52 показан аппарат, изготовленный в виде тора, в центре которого размещены кабина с оборудова-

нием и силовая установка. Заполнение тонкой оболочки тора газом происходит после отделения аппарата от корабля. Проведя запланированный объем исследований, космонавты отделят тор от кабины, включат двигатели и произведут стыковку аппарата с летающим вокруг Венеры кораблем.

Если предположения ученых оправдаются и на Венере будут обнаружены горные образования высотой более 30 км, положение значительно упростится. На вершинах можно будет устраивать базы, куда будут причаливать дрейфующие в атмосфере аппараты, строить научно-исследовательские центры с жилыми помещениями.

При исследованиях Венеры и ее атмосферы не исключено применение индивидуальных скафандров, способных противостоять большим давлению и температуре. Принципиальное отличие скафандров, предназначенных для использования на Венере, состоит в том, что они должны защищать от внешнего избыточного давления, в то время как высотные скафандры выполняют обратную задачу — защищают от вакуума космического пространства. У скафандров для Венеры полная аналогия с глубоководными скафандрами для исследования морских пучин.

В обычных условиях мы дышим воздухом, в котором парциальное давление кислорода составляет 21,1 кПа (159 мм рт. ст.). При понижении парциального давления кислорода до 13 кПа (98 мм рт. ст.) наступает кислородное голодание, а в случае, когда оно превышает 41 кПа (309 мм рт. ст.), появляются признаки кислородного отравления.

Чем глубже опускается подводник, тем меньше ему нужно кислорода, место которого в дыхательной смеси должны занять другие газы-разбавители. В атмосферном воздухе разбавителем служит азот. Однако при повышенном давлении возникает азотный наркоз. Дурманящее действие азота проявляется уже на глубине 40 м, а на глубине 60—70 м оно становится опасным.

В 1937 г. американский инженер М. Нол успешно погрузился, дыша кислородно-гелиевой смесью. Ее применение не оказало отрицательного воздействия на глубинах до 300 м. А дальше появляется нервный синдром высоких давлений, при котором у человека наблюдаются нарушения моторики, теряется ясность мышления.

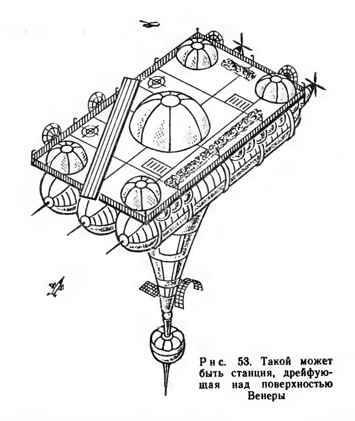


Рис. 53. Такой может быть станция, дрейфующая над поверхностью Венеры

В 1968 г. несколько обезьян опустили на глубину 600 м, подавая им гелиево-водородно-кислородную смесь. Животные перенесли опыт удовлетворительно. Однако другие эксперименты привели специалистов к выводу, что и водород полностью не освобождает от нервного синдрома высоких давлений, позволяя разве что нырять на глубину 500—600 м.

Итак, предельное давление в глубинном скафандре должно быть таким же, как и на глубине 300 м (30 атм), при этом человек дышит кислородно-гелиевой смесью.

Но на поверхности Венеры давление в 100 раз больше земного, следовательно, оболочка скафандра должна быть достаточно прочной и выдерживать перепад давления в 70 атм. К тому же скафандр должен защищать че-

ловека от перегрева при наружной температуре около 500° С. Таким требованиям может удовлетворить только батискаф из прочных теплостойких материалов — стали, бериллия и др.

ЛЕТАЮЩИЕ ОСТРОВА НА «УТРЕННЕЙ ЗВЕЗДЕ»

Измерения, проведенные серией аппаратов «Венера», позволили реально оценить условия на «утренней звезде». Эти условия грозны для жителей Земли. И все же на Венере есть зоны, пригодные для жизни. На высоте 50 км над поверхностью ее атмосфера, как уже говорилось, разрежена и холодна. Там витает облачный слой толщиной около 30 км. Эта область по своим физическим характеристикам напоминает нашу тропосферу, хотя там вместо смеси азота с кислородом — углекислый газ с очень малым количеством примесей. Такие условия для человека намного лучше, чем лунные или марсианские.

Чтобы не погрузиться в горячую бездну, дрейфующая станция (рис. 53) должна будет иметь массу и объем, обеспечивающие ей «плавучесть» в нужной зоне атмосферы. Конечно, можно строить станцию, которую поддерживали бы баллоны. Но состав атмосферы Венеры подсказывает более заманчивое решение: станция может находиться внутри баллона. Углекислый газ в 1,5 раза тяжелее воздуха, и легкая оболочка, содержащая воздух, будет плавать в углекислой атмосфере.

Попробуем представить себе «летающие острова» в атмосфере Венеры. Гигантская круглая платформа (несколько сот метров в поперечнике) сооружена из прочных и легких материалов. Ее покрывает слой почвы, на котором произрастают земные культуры. Домики поселения разбросаны среди садов и парков. К краям платформы крепится огромная сферическая оболочка, ограничивающая воздушное пространство острова. Она прозрачна, сквозь нее видно небо Венеры, покрытое многослойными облаками. Оболочка сделана из нескольких слоев специальной пленки. От краев платформы за оболочку уходят площадки аэродромов. Отсюда стартуют к глубинам Венеры аппараты, исследующие ее поверхность, сюда прилетают гости с соседних островов, «приземляются» спускаемые аппараты космических кораблей.

ЖДИТЕ НАС, ЗВЕЗДЫ!

К ДАЛЬНИМ ПЛАНЕТАМ

Как мы уже говорили, самой близкой к Солнцу планетой в Солнечной системе является Меркурий. Его среднее расстояние от Солнца составляет 57 870 тыс. км. Это самая маленькая планета. Ее масса лишь в 5 раз больше массы Луны, экваториальный диаметр равен 4880 км. Период вращения Меркурия вокруг собственной оси составляет 59 сут, вокруг Солнца — 88 сут. Сутки на Меркурии длятся в среднем 220 земных суток. На поверхность Меркурия попадает почти в 7 раз больше тепловой энергии, чем на поверхность Земли. Температура на дневной стороне Меркурия достигает 400°С.

У Меркурия, по-видимому, весьма разреженная гелиевая атмосфера. Давление у поверхности составляет примерно 133 Па (1 мм рт. ст.), что соответствует давлению земной атмосферы на высоте 46 км. На ночной стороне Меркурия, по мнению одних ученых, минус 50° или минус 60°С, по мнению других, минус 270°С.

Меркурий движется по орбите со скоростью 54 км/с, что почти вдвое больше скорости Земли. Ускорение свободного падения на Меркурий составляет 368 см/с^2. Если масса тела космонавта в скафандре на Земле 100 кг, то на Меркурии — только 38 кг. На Меркурии может быть создан великолепный комплекс службы Солнца, который может способствовать прогнозированию солнечной погоды.

Предполагается, что в центре Меркурия имеется массивное металлическое (железное) ядро. Оно занимает около 50% объема планеты, над ним расположена силикатная оболочка толщиной около 600 км.

Вообще Меркурий — это планета загадок, которые удастся решить только средствами космонавтики. Есть ли на его дневной стороне озера олова, свинца, висмута, кадмия, температура плавления которых ниже 400°С, а на ночной стороне — реки жидкого гелия, в которых плавают кусочки твердого кислорода и водорода,— все это люди узнают, когда полетят на Меркурий.

Вероятно, еще в нашем веке Меркурий посетят автоматические аппараты, которые опустятся на его поверхность и проведут научные исследования, объектом которых будет не только сам Меркурий, но и Солнце.

Для исследования далеких планет Солнечной системы были запущены два американских космических аппарата — «Пионер-10» (март 1972 г.) и «Пионер-11» (апрель 1973 г.). В июле 1972 г. «Пионер-10» вошел в пояс астероидов, из которого вышел в середине февраля 1973 г. В декабре 1973 г. аппарат пролетел с планетоцентрической скоростью 36 км/с на минимальном расстоянии 130 тыс. км от края атмосферы Юпитера и на расстоянии 18 тыс. км от ближайшего спутника Юпитера — Амальтеи. В 1979 г. «Пионер-10» пересек орбиту Урана, а в 1987 г. должен пересечь орбиту Плутона.

В декабре 1974 г. «Пионер-11» пролетел на расстоянии 42 600 км от Юпитера. Через шесть с лишним лет после старта он прошел на расстоянии 20 тыс. км от верхней границы облаков Сатурна, при этом дважды пересек невидимую с Земли внешнюю часть кольца Сатурна. Связь со станцией надеются поддерживать примерно до 1987 г. «Пионер-11» пересечет орбиту Плутона и выйдет за пределы Солнечной системы в 1993 г.

В 1977 г. к Юпитеру и Сатурну ушли еще две автоматические межпланетные станции — «Вояджер-1» и «Вояджер-2». Не исключено, что одной из них удастся достичь Урана и Нептуна. «Вояджеры» значительно сложнее, надежнее и долговечнее «Пионеров». Они оборудованы телевизионными камерами и могут передать значительно больше информации.

В июле 1979 г. «Вояджер-1» пролетел на расстоянии 278 тыс. км от Юпитера, в ноябре 1980 г.— на расстоянии 4 тыс. км от Титана — главной цели полета. Были получены фотографии Титана с разрешением 0,5 км.

В марте 1979 г. «Вояджер-2» пролетел на расстоянии 650 тыс. км от верхней границы облаков Юпитера. После пролета Сатурна в августе 1981 г. на расстоянии 100 тыс. км аппарат направился к Урану. Он пролетит мимо него в январе 1986 г., чтобы в сентябре 1989 г. достичь Нептуна.

Прохождение аппаратов по пути к Юпитеру через пояс астероидов показало, что вопреки опасениям метеор-

ная опасность для космических аппаратов здесь не выше, чем вблизи Земли.

Привычные для нас величины первой и второй космических скоростей (7,9 и 11,2 км/с для Земли) на Юпитере благодаря огромной его массе возрастают до 41,9 и 52,2 км/с.

Период вращения Юпитера вокруг Солнца равен почти 12 земным годам. Он в 5,2 раза дальше удален от Солнца, чем Земля, его диаметр в 11,2 раза, а объем в 1300 раз больше, чем у Земли. Но плотность вещества Юпитера всего лишь в 1,3 раза больше плотности воды. Юпитер почти целиком состоит из водорода и гелия. По мнению ученых, он представляет собой газо-жидкостный шар без твердого ядра.

В составе атмосферы Юпитера есть метан и аммиак. Верхние ее слои лишены водяных паров, но ниже плотных облаков, возможно, так же тепло, как у нас на уровне моря. Может оказаться, что в атмосфере Юпитера есть свободный кислород и вода. При радиусе планеты около 71 400 км высота атмосферы составляет примерно 1000 км. Отмечено, что Юпитер излучает в 2 раза больше тепловой энергии, чем получает от Солнца.

У Юпитера обнаружено сильное магнитное поле, он окружен мощным радиационным поясом. Зона наиболее интенсивной радиации зарегистрирована на расстоянии 177 тыс. км от планеты.

Фотодокументы о Юпитере, полученные с «Вояджера-1», показали, что планета буквально кипит, ее атмосфера — это постоянный ураган (знаменитое Большое Красное пятно оказалось одним из наиболее сильных проявлений такой активности; четко видное с большого расстояния, оно по мере приближения станции к планете предстало как огромный водоворот, вихрь, скрутивший часть атмосферы Юпитера).

Большой научный интерес представляет открытое и сфотографированное станцией кольцо Юпитера, образованное из скальных пород и льда. Оно находится на высоте около 56 тыс. км над поверхностью планеты и вращается, делая полный оборот за 7 ч. Возможно, это бывший спутник Юпитера, взорвавшийся под воздействием внутреннего напряжения.

Как устроен сам Юпитер? Так как его масса в 318 раз превышает массу Земли, то в его недрах должны господ-

ствовать огромные давления. По мнению ученых, бóльшая часть недр Юпитера состоит из жидкого металлического водорода. Что он собою представляет? При давлении 3 млн. атм водород становится твердым веществом, обладающим свойствами металла — блеском, электропроводностью, ковкостью. При давлениях, превышающих 100 млн. атм, водород из твердого металлического превращается в жидкий металлический. Электрические токи в жидком металлическом водороде, вероятно, являются источником магнитного поля планеты, так же как электрические токи в жидком железном ядре Земли создают ее магнитное поле.

Первые спутники Юпитера были обнаружены Галилеем в 1610 г., когда он увидел на небе в телескоп «крошечные звездочки», обращающиеся вокруг этой планеты. Спутники Юпитера получили имена Ио, Европы, Ганимеда, Каллисто.

В настоящее время в семье Юпитера насчитывается 16 спутников. Некоторые характеристики наиболее крупных спутников Юпитера приведены в табл. 4.

Таблица 4

Наиболее крупные спутники Юпитера

Название спутника	Расстояние до Юпитера, тыс. км	Радиус, км	Плотность, г/см³
Ио	421,6	1820	3,5
Европа	670,9	1525	3,1
Ганимед	1070	2635	1,9
Каллисто	1880	2420	1,8

Средняя плотность Ганимеда и Каллисто лишь в 2 раза больше плотности воды, что указывает на существование у этих спутников мощной ледяной коры. Предполагают, что она есть и у Европы. Что касается атмосферы, то некоторые ученые придерживаются того мнения, что у этих спутников, возможно, есть разреженная газовая оболочка. Ио и Европа слишком малы, чтобы иметь вокруг себя газовое покрывало. Впрочем, слабенькая, очень разреженная и непостоянная атмосфера все же, вероятно, у них есть. А вот об атмосфере у еще меньших спутников Юпитера говорить вообще не приходится.

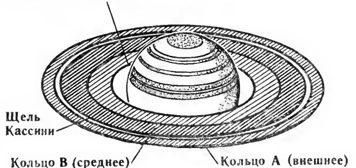


Рис. 54. Сатурн и его основные кольца

С недавних пор претендентами иа роль очага жизни в Солнечной системе стали спутники Юпитера. Некоторые ученые склонны считать их едва ли не главными среди объектов экзобиологических изысканий, т. е. экспериментов по обнаружению внеземной жизни. Утверждается, что условия для зарождения жизни на спутниках Юпитера благоприятнее, чем где-либо в другом месте Солнечной системы, кроме Земли.

Высказывается мнение о возможности существования жизни на трех спутниках Юпитера — Ганимеде, Каллисто и Европе. Объяснить сравнительно низкую плотность этих спутников можно, предположив, что они содержат большое количество воды, расположенной под ледяной корой.

Эндогидросферы спутников Юпитера представляют собой сферические слои воды толщиной 100—1000 км. Их возраст около 2 млрд. лет. Вполне вероятно наличие эндогидросфер и у Титана, спутника Сатурна, и у Марса. В верхиих слоях эндогидросфер Ганимеда, Каллисто и Европы давлеиие составляет 1—2 тыс. атм, а температура — 270К (минус 3°С). Условия близки к условиям в земных океанах на глубине около 10 км. Тепловой режим и давление приемлемы даже для некоторых видов земных организмов.

За Юпитером расположена другая гигантская планета — Сатурн, еще очеиь мало изучеиная (рис. 54). Эква-

ториальный диаметр Сатурна равен 120 тыс. км. Среднее расстояние от Солнца составляет 1427 млн. км, период обращения вокруг Солнца — 29,46 года. Быстро вращаясь, планета приобрела форму эллипсоида. Внутреннее строение Сатурна, по-видимому, сходно со строением Юпитера. Однако его средняя плотность еще меньше и составляет всего 0,7 г/см^3 (13% плотности Земли). В атмосфере Сатурна много водорода, есть метан.

Отличительной особенностью Сатурна являются его знаменитые кольца, лежащие в плоскости экватора. Долгое время было непонятно, как они устроены. В конце концов выяснилось, что они не сплошные, а состоят из огромного количества вращающихся вокруг планеты осколков. В кольцах различается несколько зон, разграниченных узкими щелями. Кроме колец вокруг Сатурна вращается не менее 17 спутников. Самый большой из них — Титан — имеет в диаметре около 5 тыс. км.

Масса Титана лишь на несколько процентов меньше массы Ганимеда — самого массивного спутника в Солнечной системе. Замечательная особенность Титана — плотная атмосфера, которая делает его скорее похожим на планету, чем на спутник. Атмосфера Титана состоит из азота (93%) и метана (1%). Имеются также водород и другие газы.

За Сатурном расположены еще две планеты-гиганта. Это Уран, среднее расстояние которого от Солнца составляет 2870 млн. км, а его диаметр равен около 52 тыс. км, и Нептун, удаленный от Солнца на 4 500 млн. км, диаметром около 50 тыс. км. Обе эти планеты быстро вращаются вокруг своих осей. У Нептуна обнаружены два спутника. Один из них, Тритон, больше, чем Луна. Он мог бы стать удобным местом для размещения станций по изучению Нептуна.

Самой далекой из известных планет Солнечной системы является Плутон. Он был обнаружен, как уже упоминалось, в 1930 г. и с тех пор удивляет ученых своими необычными для окраинных планет характеристиками. Прежде всего, он не гигант, его диаметр примерно 4 тыс. км. Плутон находится очень далеко от Земли — на расстоянии около 6 млрд. км. Пребывающий на нем наблюдатель увидел бы оттуда Солнце как сияющую точку. Период обращения Плутона вокруг Солнца равен

около 250 лет, плотность составляет примерно 0,8 г/см^3.

В 1978 г. был обнаружен спутник Плутона, которому было присвоено имя Харон. Поскольку размеры Харона лишь втрое меньше, чем у Плутона, и спутник находится на расстоянии 20 тыс. км от планеты, правильнее представлять себе систему Плутона не как планету со спутником, а как двойную планету.

Как образовался Плутон? Был ли он в прошлом спутником Нептуна? Ответы на эти вопросы дадут дальнейшие исследования.

Плутон еще долго будет заманчивой мечтой для космонавтов, уходящих в просторы Вселенной. Возможно, в далеком будущем эта планета будет заселена людьми.

Многого должна добиться космонавтика, чтобы стали возможными полеты человека к Марсу и Венере, а тем более к дальним планетам. В будущих межпланетных полетах найдет применение новая космическая техника, в первую очередь ядерные двигатели, система жизнеобеспечения, основанная на воспроизводстве в полете кислорода, воды, продуктов питания и т. п.

«НЕЛЬЗЯ ВЕЧНО ЖИТЬ В КОЛЫБЕЛИ»

Родившись, человек попадает в колыбель, однако через некоторое время он уже не может постоянно находиться там: ему нужен простор, нужны впечатления. Вначале он осваивает свое жилище, затем окрестности, а подрастая, начинает интересоваться всем миром.

Подобные стадии развития должно пройти и человечество, для которого наша планета является колыбелью и которое в своем историческом развитии не может ограничиться только ею. Есть ли в идее распространения человечества за пределы Земли что-либо противоестественное? Конечно, нет! Человечество выходит за пределы Земли, потому что не может не сделать этого. «Планета есть колыбель разума, но нельзя вечно жить в колыбели»,— говорил К. Э. Циолковский.

Огромное положительное значение освоения космоса заключается в том, что космос постепенно связывает людей в единую семью землян.

По-видимому, освоение космоса будет идти по трем направлениям.

Первое — создание все более крупных и совершенных орбитальных станций, призванных решать задачи картографические, метеорологические, геофизические, ретрансляционные, навигационные и т. п., осуществлять в промышленных масштабах производственные процессы, требующие, например, вакуума, выполнять еще много других функций. Среди тысяч спутников-автоматов будут телескопы для внеатмосферных астрономических наблюдений, есть проекты спутников, предназначенных для освещения земной поверхности, скажем, полярного севера в ночное время солнечным светом, отраженным зеркалами.

Второе направление — полеты к другим небесным телам. Люди подробно изучат планеты Солнечной системы, некоторые из них освоят.

Третье направление — освоение ближайших звездных систем, возведение там больших космических поселений.

К. Э. Циолковский писал: «Млечный Путь содержит сотни миллионов солнц и биллионы планет, на которых могла бы зародиться жизнь. Мы даже нисколько не сомневаемся, что она там уже есть, и даже в более совершенной форме, чем на Земле. ...Сколько солнц, столько почти и планетных систем. Поэтому каждая из них служит колыбелью зарождения жизни или обиталищем и пристанищем совершенных существ...»

В своих работах «Монизм Вселенной», «Будущее Земли и человечества», «Научная этика» и др. Циолковский подвергал глубокому анализу жизнь в беспредельных просторах космоса. «Судьба существ зависит от судьбы Вселенной,— писал он.— Поэтому всякое разумное существо должно проникнуться историей Вселенной. Необходима такая высшая точка зрения. Узкая точка зрения может привести к заблуждению... Мы живем более жизнью космоса, чем жизнью Земли, так как космос бесконечно значительнее Земли по своему объему, массе и времени...»

В знаменитой работе Циолковского «Исследование мировых пространств реактивными приборами» читаем: «Реактивные приборы завоюют людям беспредельные пространства и дадут солнечную энергию, в два миллиарда раз большую, чем та, которую человечество имеет на Земле».

Центром своей «космической философии» Циолковский делает этическую доктрину счастья. «Нет ничего важнее,— пишет он,— как наше счастье и счастье всего живого в настоящем и будущем». По мнению ученого, бесконечный и счастливый прогресс человечества возможен только при условии его выхода в космическое пространство и расселения по просторам Вселенной. Выход в космическое пространство позволит человечеству не только избавляться от возможных космических катастроф, но и предотвращать их. Переселение человечества к другому светилу в случае гибели Солнца, контакт с иными цивилизациями, совместные действия, направленные на избежание опасностей,— все это, считает Циолковский, станет возможным с выходом человечества в космос.

Еще многие поколения людей будут решать задачи, сформулированные великим ученым. «Он знал Солнечную систему лучше, чем мы свой город, мысленно жил в межпланетных просторах, чувствовал себя «гражданином Вселенной» — так писал о Циолковском известный советский писатель-фантаст А. Р. Беляев.

Американский физик Ф. Дайсон, следуя идее «эфирных поселений» К. Э. Циолковского, считает, что человечество, расселяясь в космосе, в конце концов придет к тому, что построит огромную систему спутников Солнца, движущихся вокруг него примерно на уровне планеты Юпитер. Материалом для этих спутников послужат астероиды. Спутники будут ходить каждый по своей орбите, но в сумме создадут как бы оболочку, охватывающую Солнце со всех сторон, подобно своеобразной «чешуе», как бы полую сферу с поперечником с орбиту Юпитера, с Солнцем в центре. Дайсон считает, что такие сферы — вероятная форма существования цивилизаций в стадии расцвета, так называемых суперцивилизаций.

В ПОИСКАХ КОНТАКТОВ

Вселенная беспредельна в своем многообразии. Среди бесчисленного множества звездных и планетных систем могут встретиться такие планеты, физические условия на которых создали предпосылки для зарождения и развития жизни. Но какой жизни? Такой, как у нас на Земле, или

отличающейся от нее? И в состоянии ли мы сразу распознать живую материю, неродственную нам? Еще более сложен вопрос о внеземных разумных существах. Если они есть, то сможем ли мы их понять?

Одиноки ли мы во Вселенной? Во взглядах на эту проблему существуют противоположные точки зрения. Член-корреспондент Академии наук СССР И. С. Шкловский придерживается того мнения, что если даже наша скромная деятельность на собственной планете видна из космоса, то деятельность суперцивилизации просто должна бы «лезть в глаза».

Возражая ему, член-корреспондент Академии наук СССР Н. С. Кардашев сформулировал точку зрения, согласно которой число космических цивилизаций, даже существующих одновременно, может быть значительным. Кардашев считает: мы земляне, еще «младенцы», а космос населен в основном суперцивилизациями. Их деятельности, их способов связи мы пока не можем даже представить себе, столь они совершенны.

Другой член-корреспондент Академии наук СССР — В. С. Троицкий — считает: «На наш взгляд, радикальный вывод о единственности земной цивилизации неприемлем, поскольку в настоящее время ни астрономия, ни физика, ни биология, ни философия не имеют никаких аргументов против возможности существования разумной жизни на других планетных системах. Наоборот, вывод о возможной множественности обитаемых миров непрерывно укрепляется по мере расширения наших знаний о внешнем мире и о собственной цивилизации».

Троицкий полагает, что наша цивилизация первой в Галактике достигла технологической эры развития. В этом случае мы одиноки лишь как технологически развитая цивилизация, опередившая все другие, а отсутствие мощных сигналов и других признаков деятельности иных космических цивилизаций связано с сильным ограничением их энергетических возможностей.

В последние годы идее множественности миров уделяется пристальное внимание. Проводятся конгрессы, обсуждающие проекты по приему сигналов иных цивилизаций. Научно-фантастическую литературу буквально захлестнула тема контактов с другими мирами, причем представители иных цивилизаций чаще всего изображаются весьма похожими на землян, а жизнь во Вселенной

как две капли воды напоминает нашу. Так ли это на самом деле? Ведь даже в земных условиях мы являемся свидетелями огромного разнообразия жизненных форм.

Циолковский утверждал, что работы о жизни в космосе и о внеземных цивилизациях составляют главную цель всей его научной деятельности. Труды по ракетной технике он считал лишь вспомогательными. Главным для него было убедить человечество в его космической роли. Прозорливость и глубокое осмысление космогонических проблем позволили ученому поставить вопросы, приобретшие актуальность в последние годы.

В статьях «Органический мир Вселенной» и «Животные космоса» Циолковский анализирует возможные формы внеземной жизни. Он приходит к выводу, что они должны быть весьма разнообразными, но в то же время отмеченными единством: «Их размеры разные, умы неодинаковой силы, состав тел различный, температуры их другие. Но характер их ума и познаний отражает одну и ту же Вселенную...»

По Циолковскому, жизнь — явление весьма распространенное в космосе, живая материя, как вся материя вообще, эволюционирует, развивается от более простых форм к более сложным («Прогресс организмов шел непрерывно и не может поэтому остановиться на человеке»). Согласно его гипотезам, разумные существа некоторых миров в своем развитии значительно превзошли человека.

В 1961 г. в США состоялась первая в мире конференция ученых для обсуждения вопроса о радиосвязи с иными цивилизациями. В резолюции конференции говорилось, что поиск внеземной жизни является «наиболее грандиозной, волнующей и глубокой проблемой всего естественно-исторического развития человеческой мысли не только нашего столетия, но и последних трехсот лет».

В 1964 г. в Армении в Бюраканской обсерватории собралась первая советская конференция по вопросам межзвездной радиосвязи. Было признано необходимым начать работы в этой области. В Горьковском научно-исследовательском радиофизическом институте такие работы начал В. С. Троицкий, в Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга —

И. С. Шкловский, Л. М. Гиндилис, Н. С. Кардашев, Б. Н. Пановкин и другие.

В 1971 г. в Бюраканской обсерватории состоялась первая международная конференция по проблеме связи с внеземным разумом. А в 1981 г. в Таллине был проведен всесоюзный симпозиум «Поиск разумной жизни во Вселенной». В его работе приняли участие около 200 советских и 19 зарубежных ученых.

«О проекте полета космического зонда к планетной системе звезды» — так назвали свой доклад М. Я. Маров и У. Н. Закиров. Проект предусматривает посылку беспилотного зонда к одной из ближайших звезд. Авторы предполагают, что при скорости полета, составляющей 0,4 скорости света, зонд достигнет окрестностей ближайших звезд за время жизни одного поколения. В полете будут решаться следующие научные задачи: изучение физических характеристик межзвездной среды, нахождение планетных систем звезд, обнаружение сигналов внеземных цивилизаций, попытка установления контактов с их представителями.

Можно ли на основании астрономических и астрофизических данных дать количественную оценку возможным цивилизациям? За эту задачу брались ученые многих стран.

Схема рассуждений советских ученых академиков В. Г. Фесенкова и А. И. Опарина такова. Пусть общее количество звезд равно некоему числу А. Выделим из него одиночные звезды с орбитами планет, близкими к круговым (такие орбиты обеспечивают устойчивую температуру планет). Получаем число, приблизительно равное $\frac{A}{10}$. Если исключить отсюда очень молодые и очень старые звезды, близ которых маловероятно существование жизни, то получим величины $\frac{A}{100}$. Считая, что только у одной из десяти звезд орбиты планет проходят через зону жизни, получим $\frac{A}{1000}$. Теперь надо учесть массу планет. Это условие очень жесткое: для зарождения жизни и ее развития планета должна иметь не слишком большую и не слишком малую массу. Можно ориентировочно считать, что условие выполняется в среднем у одной из 100 отобранных звезд. Значит, «на подозрении» остается только

$\frac{A}{100\,000}$ общего числа звезд. Учет дополнительных факторов требует уменьшения этой цифры еще в 10 раз. Получаем $\frac{A}{1\,000\,000}$.

Итак, из миллиона звезд только на планетах одной возможна жизнь. Количество звезд неимоверно велико. В одной только нашей Галактике их около 100 млрд. Следовательно, ожидаемое число обитаемых миров в Галактике составляет величину около 100 тыс. Как не вспомнить слова Ф. Энгельса: «Вселенная должна быть гигантским резервуаром жизни».

Для количественной оценки цивилизаций, находящихся на таком же, как наша цивилизация, или более высоком техническом уровне, иногда используют формулу, предложенную американским ученым Ф. Дрейком:

$$n = NP_1P_2P_3P_4\frac{t}{T},$$

где n — искомое количество цивилизаций, существующих сегодня в Галактике,

N — общее количество звезд в Галактике,

P_1 — доля звезд, имеющих планетные системы,

P_2 — доля планетных систем, в которых хотя бы на одной планете возникла жизнь,

P_3 — доля планет, где жизнь в своем развитии дошла до разумных существ,

P_4 — доля планет, на которых существа сумели создать технологию, позволяющую им вступать в контакты с инопланетянами,

$\frac{t}{T}$ — доля цивилизаций, существующих одновременно с земной (t — средняя продолжительность существования цивилизации, T — время, прошедшее от начала возникновения цивилизации до наших дней).

Только первый сомножитель (100 млрд. звезд) может считаться достаточно точным. Остальные определяются по-разному. Американские ученые, например, приняли значения сомножителей со второго по пятый — 0,5; 0,2; 1; 0,5. Перемноженные между собой, они дают 0,05. Гораздо сложнее дело с шестым показателем.

С точки зрения многих ученых, Вселенная примерно 15 млрд. лет назад начала из «ядра» расширяться. Эти

миллиарды лет можно условно разделить на три периода. Первые 5 млрд. лет вещество Вселенной постепенно группировалось в звездные системы современного типа. Поэтому возраст нашей Галактики оценивается в 10 млрд. лет.

К концу первого периода около звезд начали появляться первые планеты, пригодные для жизни. Вторые 5 млрд. лет шло созревание новых планетных систем, а на планетах первого поколения развивалась жизнь. К концу второго периода в Галактике могли возникнуть первые цивилизации. Последние 5 млрд. лет одновременно с продолжающейся эволюцией возникали новые цивилизации. К концу периода возникла цивилизация и на нашей планете. Такое толкование истории Вселенной означает, что в Галактике, да и во всей Вселенной, одновременно должны существовать цивилизации разных возрастов.

Н. С. Кардашев считает эволюцию цивилизаций в принципе неограниченной. Он предложил характеризовать уровень развития цивилизаций их энерговооруженностью, разделив их по этому признаку на три типа. Цивилизации первого типа потребляют энергию в количестве, какое они могут произвести, так сказать, «не выходя из дома», в пределах своей планеты. Это цивилизации вроде земной или немного более мощные.

Цивилизации второго типа потребляют энергию в количестве, соизмеримом с мощностью своей звезды. Это цивилизации, расселившиеся по своей планетной системе, может быть, построившие сферу Дайсона или что-либо подобное. Цивилизации третьего типа потребляют энергию, сравнимую с энергией всей Галактики. Это гигантские «галактические империи», структуру которых представить себе просто невозможно. Цивилизации второго и третьего типа называют, как мы уже говорили, суперцивилизациями, или сверхцивилизациями.

В приведенной нами формуле Дрейка последний сомножитель характеризует долю цивилизаций, существующих одновременно с земной. Вопрос ставится так потому, что цивилизации, возникая постепенно, по всей вероятности, не бессмертны и могут разминуться с нашей цивилизацией во времени. Чтобы определить шестой сомножитель формулы Дрейка, надо знать среднюю продолжительность жизни цивилизации. Мнения по этому поводу

резко расходятся. Называются цифры от нескольких тысяч до миллионов лет.

Если цивилизации возникали равномерно в течение 5 млрд. лет и жили, скажем, по 100 тыс. лет, то за это время должно было смениться 50 тыс. поколений цивилизаций. Иначе говоря, с нами одновременно может жить 1/50 000 (0,00002) часть общего количества цивилизаций. Это и есть шестой сомножитель формулы Дрейка.

Помножим теперь 100 млрд. на 0,05 и 0,00002, получим 100 тыс. Столько контактоспособных цивилизаций, по нашему расчету, существует сегодня в нашей Галактике. Если взять только звезды, видимые в телескоп, а их в 50 раз меньше, то и количество цивилизаций сократится до 2 тыс. Поскольку многие из них слишком далеки, то практически есть шансы «нащупать» всего десятки «очагов разума».

Почему же до настоящего времени не обнаружены сигналы внеземных цивилизаций, следы их деятельности? Во-первых, возможно, по той причине, что такие сигналы просто не передаются. Во-вторых, не исключено, что мы не тем способом и не там ищем. Современная радиотехника с ее мощными передатчиками, высокой разрешающей способностью радиотелескопов, чувствительностью приемников позволяет считать межзвездную радиосвязь вполне возможной. Однако на какой волне искать сигналы, в какие дни, часы, минуты?

Первым решился начать поиск сигналов Ф. Дрейк. Из звезд он выбрал две — Тау Кита и Ипсилон Эридана. Обе они по типу похожи на наше Солнце, обе, по-видимому, имеют планетные системы, обе находятся на расстоянии 11 световых лет от Земли. Наблюдения начались в 1960 г. Несколько месяцев Дрейк с сотрудниками безуспешно слушал Тау Кита и Ипсилон Эридана.

В Горьковском научно-исследовательском радиофизическом институте В. С. Троицкий, используя радиотелескоп с 15-метровым зеркалом, в 1968 г. прослушал 12 звезд, находящихся на расстоянии около 50 световых лет от Земли. В 1972 г. Троицкий продолжил свои работы. Затем он расширил сеть поисков, организовал работы на острове Куба и на научно-исследовательском корабле «Академик Курчатов». Поиски не дали результатов.

Примерно в то же время Н. С. Кардашев работал на двух радиотелескопах, один из которых стоял на Кавка-

зе, другой — на Памире. Потом он возглавил наблюдения с помощью трех радиотелескопов, два из которых находились на Земле, а третий был установлен на автоматической межпланетной станции, летящей к Марсу.

В Канаде ученые прослушали несколько ближайших звезд на волне 1,35 см, в США с помощью самого крупного в мире радиотелескопа с зеркалом диаметром 300 м на волнах 12, 18 и 21 см безуспешно пытались поймать сигналы далеких галактик.

Существует ли связь между исследованиями, проводимыми с целью обнаружения внеземных цивилизаций, и сугубо земными проблемами? Казалось бы, нет. Однако это не так. Изучение проблемы внеземных цивилизаций имеет смысл не только для их обнаружения, но и для углубленного исследования того, каковы закономерности и перспективы развития человечества на нашей планете.

Мы уже говорили о том, что жизнь неисчерпаема в своих проявлениях и формы ее могут быть самыми неожиданными. В. С. Троицкий считает, что при определении понятия «внеземные цивилизации» мы будем исходить из антропоморфных представлений, т. е. считать, что на других планетах жизнь образуется на белковой основе, разум возник путем эволюции, а цивилизации, подобные нашей, состоят из сообщества особей, обладающих разумом.

Конечно, не исключена вероятность возникновения на других планетах «нечеловекоподобных цивилизаций». Мы знаем только живую материю, возникшую на нашей планете. Очень может быть, что в беспредельных пространствах Вселенной существует множество других совершенных и сложных форм движения и организации материи, о которых мы даже и не подозреваем.

Как зародилась жизнь на Земле? То, что Земля после своего возникновения представляла собой безжизненную планету, не вызывает разногласий. По поводу же происхождения на ней жизни существуют различные мнения.

Шведский физик-химик Сванте Август Аррениус в начале нашего века разработал концепцию одной из разновидностей гипотезы о повсеместном распространении во Вселенной зародышей живых существ. По мысли ученого, в результате миграции в межзвездном пространстве, вызванной давлением света, споры бактерий с космической пылью или метеоритами достигали Земли.

Другая точка зрения утверждает, что жизнь на Земле образовалась самопроизвольно. По мнению А. И. Опарина, она возникла в результате эволюции простых органических соединений, которые образовались из газов под воздействием различных источников энергии. Было время, считает Опарин, когда Землю окружала «первичная» атмосфера, совсем не похожая на нынешнюю. Вероятнее всего, в ее состав входили преимущественно соединения самого распространенного во Вселенной химического элемента — водорода. Кроме водорода, водяных паров, метана и аммиака в первичной атмосфере могли быть различные инертные газы.

Вода, углекислый газ и некоторые другие компоненты современной атмосферы находились когда-то в связанном состоянии, т. е. содержались в земных породах. В свободном состоянии эти вещества оказались в процессе формирования и разогрева земной коры, в ходе бурной вулканической деятельности. На раскаленной поверхности Земли среди других элементов находился углерод. Углерод — особый агент, его атомы четырехвалентны, они могут образовывать молекулы в виде длинных цепочек или колец.

По мере остывания планеты водяные пары конденсировались и изливались на нее в виде беспрерывных ливней, сочетавшихся с грандиозными грозами. Лишь со стороны северного полюса постепенно начали возникать зачатки современной суши, вся остальная поверхность Земли была сплошь покрыта водами Мирового океана. В этих водах углеродсодержащие вещества вступали в реакцию с кислородом воды, образуя органические вещества — спирты, органические кислоты и т. д.

Под влиянием грозовых разрядов, ультрафиолетовых лучей и других факторов из органических соединений могли образовываться аминокислоты. В дальнейшем происходило соединение аминокислот между собой, присоединение к ним различных веществ, образование простейших полужидких белковых капель. Миллионы лет шла эволюция белковых молекул, приведшая в конце концов к появлению одноклеточных организмов. Распространяясь по планете, они породили поразительные по сложности биологические системы.

Есть и еще одна точка зрения на происхождение жизни на Земле — в результате целенаправленной деятель-

ности цивилизаций, возраст которых может быть больше возраста Солнца. По этой теории жизнь на Земле возникла после того, как на нее высокоорганизованной цивилизацией были посланы микроорганизмы, предназначенные специально, чтобы вызывать жизнь на планетах, потенциально пригодных для этого. Технически такая задача может быть решена даже при современном состоянии космической техники.

Относительно возникновения жизни на Земле К. Э. Циолковский говорил: «Одно из двух: или Земля заселилась самозарождением, или переносом зачатков жизни с других планет (Аррениус). Если принять последнее, то очевидно, что жизнь должна быть распространена по всему космосу и только попутно захватила Землю. Если же допустить самозарождение, то почему же тогда бы жизни зародиться на одной Земле и миновать сотни миллиардов планет Млечного пути! Планеты ничем существенно друг от друга не отличаются, и невероятно, чтобы жизнь осенила единственную планету из множества подобных».

Уже упоминавшиеся нами станции «Вояджер-1» и «Вояджер-2», прошедшие близ Юпитера и Сатурна и передавшие на Землю информацию об этих планетах и их спутниках, покинут Солнечную систему и, блуждая в глубинах Галактики, возможно, попадут в зону обитания какой-то цивилизации. Поэтому со станциями решено было отправить «Послание к внеземным цивилизациям», записанное на металлическую видеозвуковую пластинку. На пластинке показано, как превратить записанный сигнал в телевизионное изображение. Сначала даются общие сведения о нашей цивилизации, приводятся схемы химических элементов и химических соединений, лежащих в основе земной жизни, в частности схема молекулы ДНК, ее деления, деления клеток. Затем идет подробное изображение анатомии человека, далее — фотографии Земли, животных, растений. На пластинке записаны звуки Земли: шум ветра, плеск волн, пение птиц, голоса людей, музыка Баха, Бетховена, Чайковского.

Некоторые ученые не отрицают возможности давнего посещения нашей планеты инопланетными космонавтами. К. Э. Циолковский писал: «... в нашем распоряжении только факт непосещения Земли в течение нескольких тысяч лет сознательной жизни человечества. А прошедшие

и будущие времена!» Профессор Н. А. Рынин, автор уникального многотомного труда «Межпланетные сообщения» (1928—1932), считал, что «если мы обратимся к сказаниям и легендам седой старины, то заметим странное совпадение в легендах стран, разъединенных между собой океанами и пустынями. Это совпадение заключается в том, что во многих легендах говорится о посещении Земли в незапамятные времена жителями иных миров. Почему не допустить, что в основе этих легенд все же лежит какое-то зерно истины?»

В своей работе «Монизм Вселенной» Циолковский, рассуждая о дальнейшем развитии жизни, высказывается следующим образом: «Кругом Солнца, поблизости астероидов, будут расти и совершенствоваться миллиарды миллиардов существ. Получаются очень разнообразные породы совершенных: пригодные для жизни в разных атмосферах, при разной тяжести, на разных планетах, пригодные для существования в пустоте или в разреженном газе, живущие пищей и без нее — одними солнечными лучами, существа, переносящие жар, существа, переносящие холод, переносящие резкие и значительные изменения температуры».

ПУТЕШЕСТВИЕ К ЗВЕЗДАМ

Итак, внутри окружающего нас воображаемого шара радиусом десять световых лет находится не менее семи звезд, к одной из которых, возможно, направится первый звездолет. В воображаемом шаре радиусом 11 световых лет заключено уже примерно 12 звезд.

Известно, что только холодные небесные тела — планеты — могут служить колыбелями жизни. К сожалению, даже самый сильный телескоп не дает возможности разглядеть спутники звезд. Слишком уж далеки звезды, и, судя по нашей собственной системе, слишком малы их спутники.

Современная космогония — наука о происхождении и развитии небесных тел — предполагает, что примерно шестая часть всех ближайших к нам звезд обладает спутниками, изучение которых соприкасается с волнующей проблемой связи с иными цивилизациями.

Вполне возможно, как считают многие ученые, ближай-

шие к Земле звезды не являются очагами разумной жизни. В этом случае звездная экспедиция может обнаружить жизнь лишь в сравнительно примитивных формах, что тоже будет иметь неоценимое значение для науки.

Будем считать, что звездная экспедиция должна длиться не более срока, необходимого для возвращения на Землю стартовавших с нее космонавтов. Пусть постаревших, но все же тех самых, а не их потомков. При этом условии длительность экспедиции не должна превышать 40—50 лет. Если иметь в виду ближайшие звезды, то подобный полет, очевидно, должен совершаться со скоростью, близкой к скорости света — 200—250 тыс. км/с.

Есть ли у нас какие-то планы по достижению столь огромных скоростей? Есть. Они связаны с фотонной, или квантовой, иначе, световой ракетой. Только она способна, пусть пока теоретически, решить кажущуюся заколдованным кругом задачу звездной экспедиции. В фотонной ракете полностью используется энергия, заключенная в веществе (здесь она переходит в энергию электромагнитного излучения, создающего реактивную тягу). Процесс, при котором полностью высвобождается энергия, физики называют аннигиляцией вещества — оно полностью исчезает, переходит в излучение. При этом получается энергия, в миллиарды раз большая, чем при сгорании самого эффективного химического топлива. Килограмм массы вещества и антивещества при полной аннигиляции должен выделить $9 \cdot 10^{13}$ кДж энергии, что более чем на два порядка превышает энергопроизводительность термоядерных реакций.

Если удельная тяга ракеты на химическом топливе составляет 400 с, ракеты с атомным реактором для нагрева рабочего тела составила бы 800 с, ракеты с солнечной электростанцией (электродуговой нагрев рабочего тела) — 1200 с, ракеты с атомной электростанцией (ионное ускорение рабочего вещества) — 1000 с, ракеты с термоядерным реактором для нагрева рабочего вещества — 16 тыс. с, то удельная тяга фотонной ракеты равнялась бы 83 млн. с. Неудивительно, что фотонная ракета считается идеальной. Однако пока ее создание — фантастически сложная проблема.

На рис. 55 представлена схема основных процессов, протекающих в гипотетическом фотонном двигателе. Вещество и антивещество подаются в камеру, где немедлен-

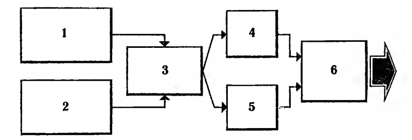


Рис. 55. Схема основных процессов в гипотетическом фотонном двигателе:

1 — запас вещества; 2 — запас антивещества; 3 — реакция аннигиляции; 4 — давление излучения; 5 — давление вещества; 6 — реактивная сила тяги

но начинается реакция аинигиляции, при которой выделяется колоссальная энергия. Давлеиие излучеиия и остатков вещества иа стенку-зеркало камеры и должио образовать реактивиую силу тяги.

Несколько строк занимает описание принципа работы фотонного двигателя. Но какие трудности стоят иа пути его создаиия! Взять хотя бы хранеиие антивещества. Как уберечь его от контакта с обычным веществом? Может быть, изолировать с помощью магнитиого поля, подобно плазме в термоядериых устаиовках? Пока наука не в состоянии ответить на этот и подобные вопросы.

При изучении распада искусственных радиоактивных изотопов была обнаружеиа элементариая частица позитрон. Своими свойствами позитрон во всем сходится с электроном, отличаясь от него лишь зиаком заряда — ои является носителем положительного электричества. Позитрои способен аннигилировать с электроиом. При этом образуются два фотоиа, энергия которых равна сумме кинетической энергии позитрона и электрона и энергии, связаииой с их массой. Наблюдается и обратный процесс, когда фотон, обладающий достаточным запасом энергии, превращается в пару позитрон — электрон.

При процессе аиигиляции — слиянии электроиа с позитроиом (электрон с противоположным зиаком) — их энергия полностью превращается в излучение. Это наиболее подходящая реакция для фотонного двигателя. Если бы килограмм смеси электронов и позитронов превратился в излучение, то выделилось бы такое количество

тепла, для получения которого обычным путем потребовалось бы сжечь больше 3 млн. т угля или почти 2 млн. т нефти!

Зеркало, отражающее видимый свет, известно всем. Наука не знает зеркал, способных отражать гамма-лучи, а без этого невозможно создать фотонный двигатель. Может быть, в будущем ученые получат какое-то сверхплотное или иное, неизвестное сейчас вещество, отражающее гамма-лучи, но гораздо вероятнее, что создатели фотонного двигателя пойдут по другому пути. Возможно, ключом к решению проблемы отражения аннигиляционного излучения явится предварительное преобразование гамма-фотонов в фотоны видимого света.

Чтобы представить себе, насколько сложной является проблема создания зеркала фотонного двигателя, приведем следующий пример. Если на каждый квадратный сантиметр поверхности зеркала излучение будет приносить ежесекундно около 4 млн. Дж энергии, то давление составит 1,3 кг/см^2. В камерах сгорания современных жидкостных ракетных двигателей давление газов в десятки раз превышает эту величину. По-видимому, в фотонном двигателе давление на зеркало будет равно нескольким килограммам на квадратный сантиметр. Это значит, что каждый квадратный сантиметр зеркала должен каждую секунду отражать такое количество тепла, которого достаточно, чтобы расплавить несколько сот тонн стали.

Если даже очень небольшая доля падающей на зеркало энергии будет поглощаться им, то охлаждение зеркала превратится в серьезную проблему. Нужно зеркало, практически полностью отражающее свет. Путь к решению этой проблемы, может быть, будет найден с помощью волновой теории света. Согласно этой теории причиной нагревания зеркала является электрическое сопротивление его материала, характеризующееся микротоками, возникающими на отражающей поверхности. Устранив это сопротивление, мы предотвратим нагревание зеркала.

Мы знаем, что некоторые материалы, охлажденные до температур, близких к абсолютному нулю, не оказывают никакого сопротивления электрическому току, т. е. становятся сверхпроводниками. Если бы изготовить зеркало из сверхпроводника, то микротоки не встречали бы со-

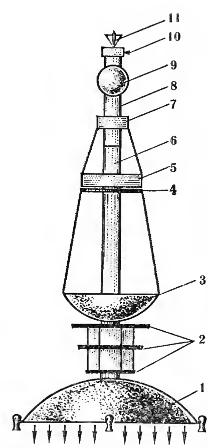


Рис. 56. Возможная схема фотонного космолайнера:

1 — зеркало; 2 — защитные экраны; 3 — ловушка для космического вещества; 4 — защитный экран; 5 — оранжерея; 6 — производственные помещения; 7 — стадион; 8 — жилые помещения; 9 — обсерватория; 10 — космическое «такси»; 11 — ракетоплан

противления и зеркало не нагревалось: лучистая энергия отражалась бы целиком.

Постараемся представить себе принципиальную схему возможного в будущем фотонного двигателя, у которого в качестве аннигиляционного горючего используется смесь водорода и «антиводорода». Для изоляции «антиводорода» от стенок сосуда применяется магнитное поле, создаваемое электромагнитами. Из кольцеобразной полости, окружающей зеркало, к его центру под большим давлением подается водород. Вблизи фокуса зеркала происходит реакция аннигиляции. Образовавшееся при этом излучение равномерно разлетается во все стороны. Та часть излучения, которая направляется к зеркалу, отражается от его металлической сверхпроводящей поверхности и создает силу тяги. Чем больше расход аннигиляционного горючего, тем больше сила тяги. Чтобы поддерживать зеркало в состоянии сверхпроводимости, между его двойными стенками циркулирует жидкий гелий, охлаждаемый в специальной установке. По обводу зеркала расположены небольшие ракетные двигатели, работающие на атомном горючем. Они служат для управления полетом и маневрирования.

Ракета с аннигиляционным фотонным двигателем — фотонный космолайнер (рис. 56) — сможет за несколько дней пролететь через всю Солнечную систему. На фотонном космолайнере можно будет отправиться в другие звездные миры, совершить посадку на одной из планет, вернуться обратно.

Хватит ли горючего на такой полет? Если в расчетах пренебречь сопротивлением межзвездной среды, окажется, что только для полета к ближайшей звезде нужно иметь на 1 т веса корабля примерно 30 т аннигиляционного горючего, а для обеспечения обратного полета — в 2 раза больше. Ясно, что уместить на борту такое количество горючего невозможно.

Несколько слов о межзвездной среде. На первый взгляд кажется, что она не может оказать существенного сопротивления фотонному космолайнеру. Однако, если бы его скорость почти достигла световой, межзвездный газ давил бы на каждый квадратный сантиметр передней поверхности с огромной силой, и полет был бы невозможен.

Как преодолеть сопротивление межзвездного газа? Ответ напрашивается сам собой: используя этот газ в качестве горючего. Для этого космическое вещество улавливается специальным приемником и направляется в камеру сгорания, где оно должно быть превращено в излучение. Для реакции аннигиляции необходимо, чтобы наряду с веществом в камеру поступало и антивещество. А если последнее встретится в космическом пространстве в гораздо меньших количествах, чем обычное вещество? Тогда остается разработать какой-то принципиально новый, в настоящее время неизвестный науке способ превращения вещества в излучение.

Существует гипотеза, согласно которой в разных районах Галактики, а тем более в межгалактическом пространстве есть целые области, в основном состоящие из антивещества (предполагают даже, что существуют антизвезды и антигалактики). Но гипотеза остается гипотезой, а мы пока можем лишь сказать, что доля антивещества во внешней среде слишком мала для того, чтобы на него можно было возлагать надежды.

Мощный поток излучения фотонного двигателя представит собой большую опасность, особенно если лучи будут отбрасываться параллельным пучком. Поэтому стар-

товый район космолайнера с фотонным двигателем придется располагать на отдаленной от Земли орбите.

Иногда высказывается идея питания двигателей звездолета путем передачи энергии на расстояние. Специальные энергоизлучающие станции, предварительно размещенные вдоль трассы полета, должны посылать звездолету мощный пучок сверхвысокочастотной радиоэнергии или, в другом варианте, световой энергии (лазерный луч). Этот пучок будет отражаться особыми парусными поверхностями звездолета.

Один из выводов теории относительности говорит о том, что, чем ближе скорость межзвездного корабля к скорости света, тем медленнее течет на нем время по сравнению с ходом времени на Земле. На первый взгляд это кажется парадоксальным. Ведь получается, что в таком случае можно совершить «полет в будущее», к нашим потомкам. Из теории относительности А. Энштейна следует, что замедление времени на движущемся с постоянной скоростью материальном объекте по сравнению с неподвижным зависит от квадрата отношения скорости движения к скорости света.

Рассмотрим предполагаемый полет к самой близкой к Земле галактике — к туманности Андромеды. До нее около 2 млн. световых лет. Путешественники движутся с предельно мыслимой скоростью — со скоростью света. Обратный путь совершается тем же способом. Согласно собственным часам космонавта продолжительность путешествия составит 29 лет. По земным часам пройдет почти 3 млн. лет. Когда звездолетчики вернутся на Землю, то застанут в живых только потомков своего поколения, а сами еще будут по-прежнему молодыми (следует отметить, что это пока лишь теоретические предположения).

В творчестве К. Э. Циолковского, как мы уже упоминали, важное место занимают философские размышления о будущей деятельности землян в космосе. Ученый неоднократно напоминал, что космическое расселение человечества расширяет пространственную сферу его устойчивого существования. Открывается перспектива бесконечного прогресса земной цивилизации во времени и пространстве.

Наброски перспективной программы освоения и обживания космоса, содержащиеся в ряде работ Циолковско-

го, поражают своей целеустремленностью, грандиозностью.

Кратко эту программу можно изложить в следующем виде.

1. Создание поселений на орбитах, постепенное развитие индустрии и сельскохозяйственного производства в околоземном пространстве.

2. Организация колоний землян в поясе астероидов и в других местах Солнечной системы, создание там высокоразвитого производства для удовлетворения всех нужд жителей и обеспечения продвижения к другим мирам.

3. Создание вокруг Солнца специальных сооружений («ожерелий»), построенных из материалов астероидов, для организации многочисленных поселений и для возможно более полного использования солнечной энергии.

4. Освоение других планетных систем, расселение человечества по Галактике.

Этот план-прогноз, при всей его фантастичности, принципиально осуществим от начала до конца. Это означает, что наши мечты не беспочвенная фантазия, а реальная фантастика.

Планы освоения космоса в целях блага человечества могут осуществляться только в мирной обстановке.

Только в условиях прочного мира можно решать все более сложные проблемы, встающие перед человечеством на пороге третьего тысячелетия. Лишь мирное сотрудничество на земле, в космосе или в освоении Мирового океана позволит полностью раскрыть неисчерпаемые творческие возможности человека.

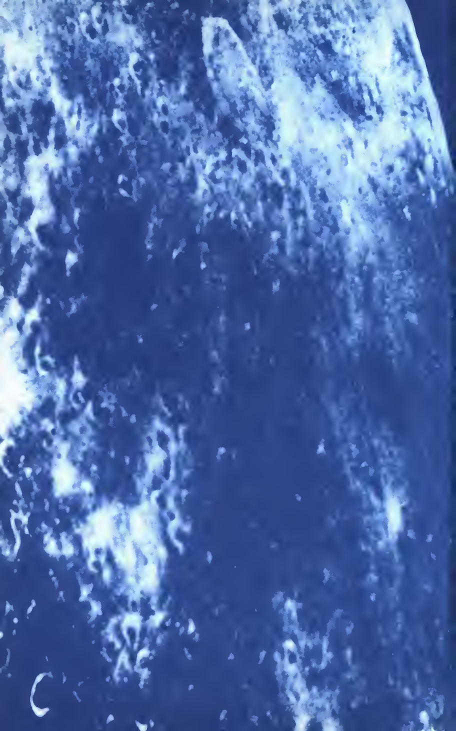
СОДЕРЖАНИЕ

ИБ № 2918

Семен Петрович Уманский

РЕАЛЬНАЯ ФАНТАСТИКА

Заведующий редакцией *М. Тесленко.* Редактор *И. Геника.* Художник *И. Капустянский.* Художественный редактор *И. Сайко.* Технический редактор *Г. Смирнова.* Корректоры *З. Комарова, Л. Волкова.* Сдано в набор 15.10.84. Подписано к печати 06.06.85. Л77550. Формат $84\times108^{1}/_{32}$. Бумага типографская № 1. Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Усл. печ. л. 13,13. Усл. кр.-отт. 14,12. Уч.-изд. л. 13,10. Тираж 75 000 экз. Заказ 4927. Цена 75 коп. Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Московский рабочий». 101854. ГСП, Москва, Центр, Чистопрудный бульвар, 8. Ордена Ленина типография «Красный пролетарий». 103473, Москва, И-473, Краснопролетарская, 16.





С.П.Уманский

РЕАЛЬНАЯ ФАНТАСТИКА

За сравнительно короткий срок человечество достигло больших успехов в освоении космоса. Задача настоящего времени — исключить возможность распространения гонки вооружений на космос, так, чтобы космос использовался только в мирных целях, на благо людям. Советский Союз прилагает огромные усилия для осуществления этой задачи.



МОСКОВСКИЙ РАБОЧИЙ

75 коп.

С.П.Уманский

РЕАЛЬНАЯ ФАНТАСТИКА